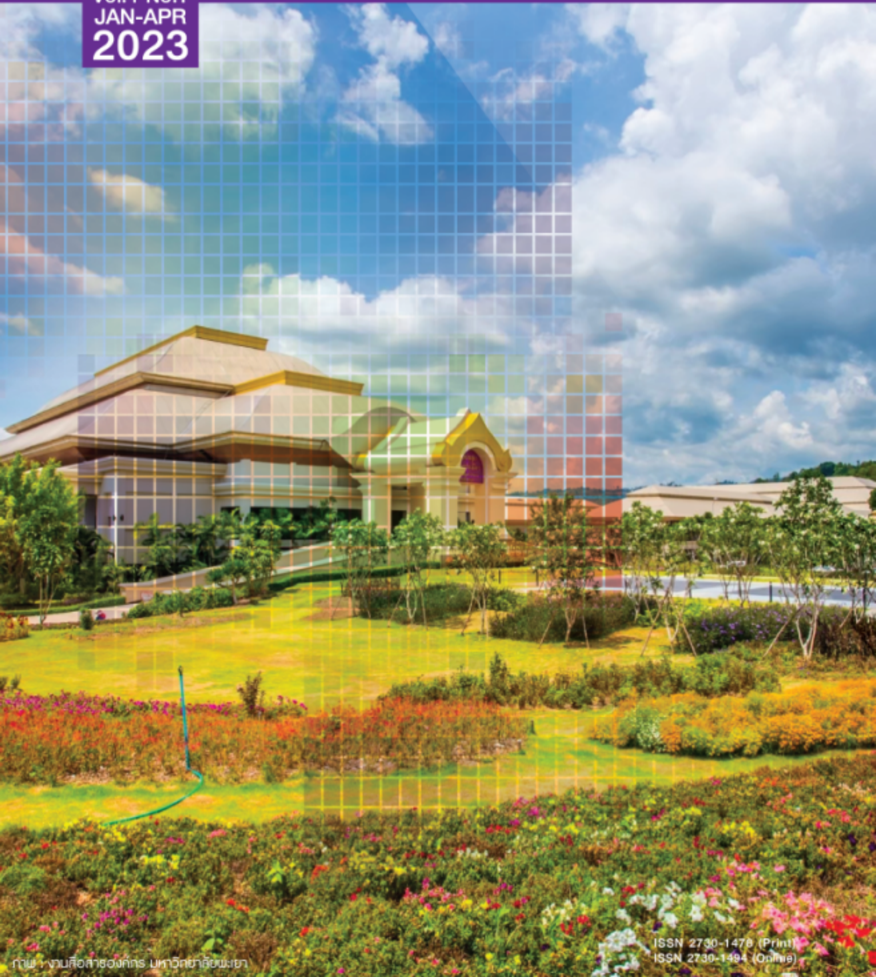
JSID

The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1
ม.ค.-เม.ย. 2566
Vol.4 No.1
JAN-APR
2023

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา



ภาพ : งานสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยพะเยา

ISSN 2730-1478 (Print)
ISSN 2730-1494 (Online)

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม–เมษายน พ.ศ. 2566

Vol.4, No.1, January–April, 2023

ISSN: 2730-1478 (Print) 2730-1494 (Online)

1. ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2. คณะทำงานวารสารวิชาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2.1 บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

2.2 รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น

2.3 กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา นาคะภากร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ลิมปิยากร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์รัตน์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ศรีวณิช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาศักดิ์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค	มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาร อินทเจริญ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุตม์ นาซี	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นคเรศ ชัยแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.รัชพล สัมพุทธานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.ติณณ์ ถิรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง
ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.จิราพร กุลสุนทรรัตน์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ชัชพงศ์ ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยพะเยา

2.4 เลขานุการ

นางสาวประนอม เครือวัลย์

เจ้าของ: สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314

กำหนดออก: ปีละ 3 ฉบับ

วัตถุประสงค์: 1) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
2) เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
3) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

เว็บไซต์ : http://rusid.ict.up.ac.th/index.php/rusidjournal/index

อีเมล์ : rusid@up.ac.th

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ
วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)
ประจำปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม–เมษายน พ.ศ. 2566 (Vol.4, No.1, January–April, 2023)

รายชื่อ	**หน่วยงาน**
รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา นาคะภากร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ เมฆแสงสวย	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ เกตุอ๊อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ลิมปิยากร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ	สถาบันเอเชียศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาร อินทเจริญ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชระพงษ์ ว งศ์สกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ดร.รวี รัตนาคม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
ดร.มนตรี พิมพ์ใจ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.รัชพล สัมพุทธานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.จำรูญ ศรีชัยชนะ	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ดร.นัฐพงษ์ พวงแก้ว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.เอนก ศรีสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
อาจารย์พงศ์พล ปลอดภัย	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจ ด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ โดยมีการตีพิมพ์เผยแพร่เป็นประจำปีละสามฉบับ ทุกบทความจะผ่านขั้นตอนกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอก (Peer review) เพื่อประเมินคุณภาพบทความ แล้วส่งกลับไปยังผู้นิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป

วารสารฉบับนี้ มีบทความวิจัยที่น่าสนใจ ทั้งในด้านการนำเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลมาประยุกต์ใช้ ทั้งในแบบอากาศยานไร้คนขับและภาพจากข้อมูลดาวเทียม ได้แก่ “การประยุกต์ภาพจากอากาศไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา” “โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย” และ “การประเมินความรุนแรงของไฟป่าและการฟื้นตัวพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ข้อมูล ภาพถ่าย Landsat 8 OLI ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเชียงราย” นอกจากนี้ ยังมีการใช้แบบจำลองพยากรณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บุรีรัมย์ (“การเปรียบเทียบแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์”) รวมไปถึงการประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อาทิ การประเมินการใช้น้ำในภาคการเกษตร (“การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์” และการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โครงข่าย (Network analysis) ในการกลบฝังขยะ (“การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการประเมินที่ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยา” รวมบทความทั้งสิ้น 6 บทความ

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ให้เกียรติในการส่งบทความทุกเรื่อง ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว
บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย

การประยุกต์ภาพจากอากาศไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา 1

ภพ แพงวังทอง และ ณัฐกมล ยางคำ

โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย 9

นพรัตน์ กาญจนเจริญชัย และ พงศกรณ์ อินปั๋น

การประเมินความรุนแรงของไฟป่าและการฟื้นตัวพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ข้อมูลภาพถ่าย Landsat 8 OLI ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเชียงราย 21

ชินวัตร สุยะ และ ปิยะพงษ์ ศรไชย

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการประเมินที่ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยา 34

จิราวรรณ ดอนมูล และ สุเมธ คำลือ

การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลางอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ 46

ธัญญารัตน์ กะบัง และ รังสรรค์ เกตุอ๊อต

การเปรียบเทียบแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในการขยายตัวของเมืองกรณีศึกษา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 60

ภาคภูมิ ล้ำเลิศ ธิดาภัทร อนุชาญ ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล และ นิติ เอี่ยมชื่น

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์ 76

การประยุกต์ภาพจากอากาศไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

วิภพ แพงวังทอง[1*] และ ณัฐกมล ยางคำ[1]

Application of Unmanned Aerial Vehicle Imageries for Evaluating Green Spaces and Tree Canopy Coverages within University of Phayao

Wipop Paengwangthong[1*] and Natkamol Yangkham[1]

[1] Bachelor of Science Record for Geoinformatics, Research Unit of Spatial Innovation Development, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[*]Corresponding author: wipop_p@hotmail.com

Received; December 16, 2022; Revised: January 19, 2023; Accepted: March 9, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวและการปกคลุมของร่มไม้ที่ด้วยข้อมูลภาพจากอากาศยานไร้คนขับโดยรอบคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยพะเยา ภายหลังการบินถ่ายภาพโดยใช้ดีเจไอรุ่นแฟมทอมสี่โปรวีสองกับกล้องถ่ายภาพสี ภาพถ่ายหลายภาพถูกประมวลผลและการต่อภาพด้วยกันด้วยโปรแกรมโดรนดีพอยท์ ชั้นข้อมูลแผนที่พื้นที่สีเขียวและพื้นที่ร่มเงาถูกสร้างขึ้นด้วยการแปลภาพด้วยสายตาและการดิจิไตส์ จากนั้นสัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวและประชากรถูกคำนวณจากชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่สีเขียวร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ทั้งหมด (หรือ 23.89 ตร.ม.ต่อคน) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นอีกว่าการประเมินการปกคลุมของพื้นที่ร่มไม้นั้นเป็นไปได้และมีประโยชน์เป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดการพื้นที่สีเขียวได้ด้วย

คำสำคัญ: การทำแผนที่พื้นที่สีเขียว, ภาพจากอากาศไร้คนขับ, การประเมินการปกคุลมของพื้นที่ร่มไม้

Abstract

The objective of this study was to evaluate green spaces and tree canopy coverages using unmanned aerial vehicle imagery around school of information and communication technology within University of Phayao. After taking photographs using DJI Phantom 4 Pro v2.0 with color RGB camera, multiple images were processed and mosaiced together by DroneDeploy. Map layers of green spaces and tree canopies were created using digitizing on-screen and visual interpretation. Later, ratio of green spaces per capita was calculated based on data from geographic information system. The result showed that there was 61.41% green space in the total study area (or 23.89 m^2 per capita). The result showed also that the tree canopy coverage evaluation was possible and utilized as support data for green spaces management.

Keywords: Green Space Mapping, Unmanned Aerial Vehicle Imagery, Tree Canopy Coverage Evaluation

---

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ และหน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

บทนำ

พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่ธรรมชาติ หรือพื้นที่ที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือกำหนดขึ้นในเมืองหรือชุมชนปกคลุมด้วยพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก มีประโยชน์เพื่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศการดำรงชีวิต และคุณภาพชีวิตของประชาชน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, พื้นที่สีเขียว) และพื้นที่สีเขียวเป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดความอยู่ดีมีสุขและคุณภาพสิ่งแวดล้อม เมืองที่ดีควรมีพื้นที่สีเขียวที่มีคุณภาพในปริมาณที่เหมาะสม และสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก ยิ่งเมืองหนาแน่นเท่าใดพื้นที่สีเขียวในเมืองยิ่งมีค่ามากขึ้นต่อสุขภาวะของคนเมือง คุณค่าในที่นี้หมายรวมคุณค่าที่มีต่อร่างกายและจิตใจผู้ที่ได้สัมผัสโดยตรง และคุณค่าที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเมืองที่ให้อานิสงส์ในวงกว้าง (สินีนาถ ศุกลรัตนเมธี, 2562; สำนักข่าวอิศรา, 2565) ตามที่กองสิ่งแวดล้อมชุมชนและพื้นที่เฉพาะสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, ‘พื้นที่สีเขียว’ ดัชนีวัดความสุขคนกรุง ส่วน กทม.ยังห่างไกลจากคำว่า ‘เมืองสิ่งแวดล้อม’; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) ได้กล่าวถึงการจัดการพื้นที่สีเขียวในแผนปฏิบัติการเชิงนโยบายที่มีวัตถุประสงค์ และเป้าหมายส่วนหนึ่ง คือ การกำหนดให้สถานศึกษาทั่วไปมีพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ร่มเงาอย่างน้อยร้อยละ 30 ของแปลงที่ดิน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) และเป็นพื้นที่สีเขียวอย่างยั่งยืนและตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กำหนดว่าเมืองที่มีสิ่งแวดล้อมที่ดีควรมีพื้นที่สีเขียวไม่ต่ำกว่า 9 ตารางเมตรต่อคน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน; Russo A, et al., 2018; ศุภกิจ พิทักษ์บ้านโจด, 2565; ไทยพีบีเอส, 2565) พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยพะเยานับเป็นบริเวณหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีนิสิตนักศึกษาเข้ามาเรียนอยู่มากเช่นกัน

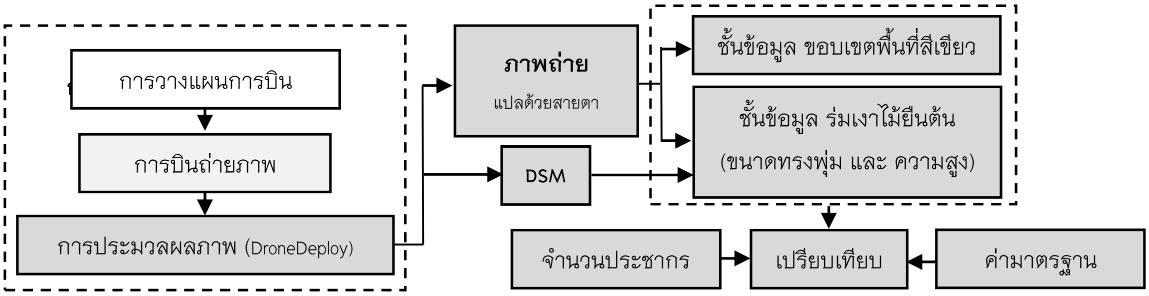
การประยุกต์ภาพจากอากาศยานไร้คนขับถูกพัฒนาให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ด้านการเกษตร กีฬาสันทนาการ การพาณิชย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในงานภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photogrammetry) (พรพจน์ เพ็ญพาส, 2565) การประเมินขนาดของพื้นที่สีเขียวนับเป็นงานหนึ่งที่สำคัญ เพื่อทำให้ทราบถึงสถานภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณนั้น (วราลักษณ์ คงอ้วน และคณะ, 2554; ปุณยนุช รุธิรโก, 2557) การทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจุบันการทำแผนที่พื้นที่สีเขียวดังกล่าว พบว่ามีการประยุกต์ใช้ยังมีไม่มาก สำหรับการใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ หรือ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ที่รู้จักกันในชื่อโดรน (drone) ซึ่งเป็นยานพาหนะทางอากาศขนาดเล็กมีการควบคุมและสั่งการบิน มีข้อได้เปรียบคือ สามารถบินถ่ายและได้ข้อมูลภาพที่มีความเป็นปัจจุบันมากกว่าภาพถ่ายทางอากาศหรือดาวเทียม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการทำแผนที่พื้นที่สีเขียวและประเมินพื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร และเวลา การศึกษานี้จึงเลือกพื้นที่รอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาเป็นพื้นที่ศึกษา และผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนงานด้านสิ่งแวดล้อมและงานอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่สีเขียวจากอากาศยานไร้คนขับและประเมินพื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ รอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดของการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อประเมินพื้นที่สีเขียวโดยรอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลนำเข้าจาก 3 แหล่ง ได้แก่ ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Surface Model: DSM) และข้อมูลประชากร หลังจากการบินถ่ายภาพ การแปลภาพด้วยสายตาจะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างชั้นข้อมูลแผนที่พื้นที่สีเขียว และคิดสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวต่อประชากร กรอบแนวคิดและขั้นตอนหลักมีรายละเอียดดังรูปที่ 1 และขั้นตอนวิธีการศึกษามีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดและขั้นตอนหลักในการศึกษา

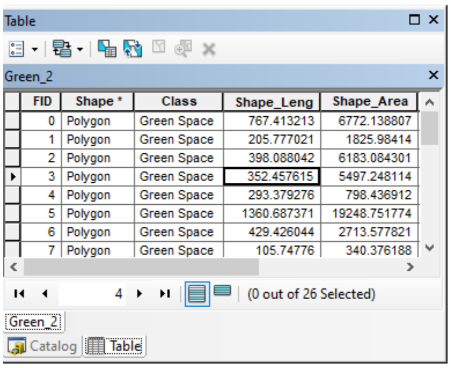
1. การถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ

1.1 การสำรวจพื้นที่ศึกษา และการวางแนวการบินเพื่อกำหนดเขตที่จะให้อากาศยานไร้คนขับได้ทำการบินถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4D– Capture ปรับแก้ (Calibrate) เข็มทิศด้วยโปรแกรม DJI GO 4 แล้วจึงทำการบินถ่ายภาพในพื้นที่ศึกษาจนเสร็จสิ้นภารกิจ ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาจากอากาศยานไร้คนขับจะมีลักษณะเป็นไฟล์รูปภาพหลายซีน (Scenes) หรือหลายรูปต่อกัน

1.2 การประมวลผลภาพ เมื่อทำการบินถ่ายภาพเสร็จแล้ว จากนั้นทำการประมวลผลภาพผ่านซอฟแวร์ Drone Deploy และนำออก (Export) ภาพที่ประมวลผล จากนั้นจะได้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ได้ทำการหลอมรวมภาพ (Mosaic) และแบบจำลองความสูงเชิงเลข

2. การแปลภาพด้วยสายตาและดิจิไตส์

2.1 ทำการดิจิไตส์เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่สีเขียวผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยอาศัยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ หลังจากนั้นทำการสร้างคอลัมภ์เพื่อจัดเก็บขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวลงในตารางคุณลักษณะ (Attribute table) พร้อมทั้งใช้คำสั่ง Calculate Geometry เพื่อคำนวณขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวในหน่วยของตารางเมตร (ตร.ม.)



FID	Shape *	Class	Shape_Leng	Shape_Area
0	Polygon	Green Space	767.413213	6772.138807
1	Polygon	Green Space	205.777021	1825.98414
2	Polygon	Green Space	398.088042	6183.084301
3	Polygon	Green Space	352.457615	5497.248114
4	Polygon	Green Space	293.379276	798.436912
5	Polygon	Green Space	1360.687371	19248.751774
6	Polygon	Green Space	429.426044	2713.577821
7	Polygon	Green Space	105.74776	340.376188

รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลคุณลักษณะของชั้นข้อมูลพื้นที่สีเขียวในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 ทำการดิจิไตส์เพื่อกำหนดตำแหน่งและขนาดทรงพุ่มของต้นไม้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลังจากนั้นทำการระบุความสูงของต้นไม้ที่ได้โดยอาศัยข้อมูลความสูงจาก DSM และกรอกค่าความสูงประจำต้นไม้แต่ละต้นลงในตารางคุณลักษณะ

3. การประเมินขนาดเนื้อของพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3.1 สำรวจข้อมูลจำนวนนิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจากเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัย (ระบบบริการการศึกษา, 2565; กองการเจ้าหน้าที่, 2565) จากนั้นคำนวนผลรวมของขนาดเนื้อที่พื้นที่สีเขียวที่ได้จากการดิจิไตส์ ภายในพื้นที่ศึกษา

3.2 ทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลกและสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้อย่างสอดคล้องและเท่ากัน คือ พื้นที่สีเขียว 9 ตารางเมตรต่อจำนวนประชากร 1 คน และพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ร่มเงาควรมีอย่างน้อยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ศึกษา

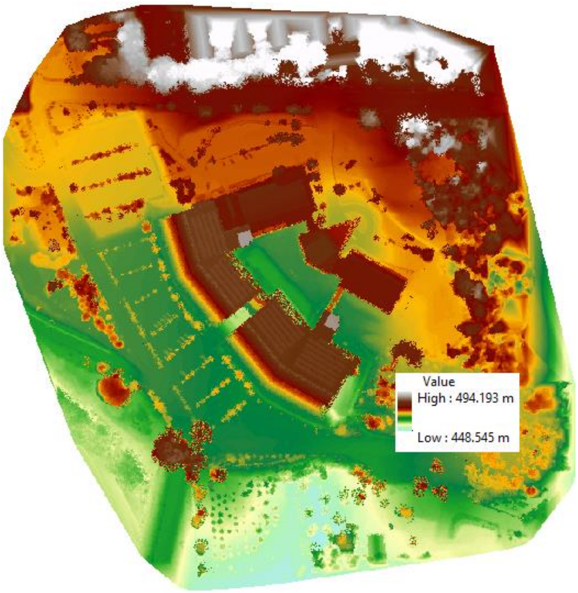
3.3 ทำแบบจำลองสามมิติโดยการนำชั้นข้อมูลร่มเงาไม้ยืนต้นเข้าในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อนำค่าความสูงของทรงพุ่มมาสร้างเป็นรูปแบบสามมิติของต้นไม้

ผลการศึกษา

1. ผลการถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ

ภายหลังการสำรวจพื้นที่ศึกษา และวางแนวการบินโดยใช้โปรแกรม Pix4D– Capture ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาจากอากาศยานไร้คนขับซึ่งมีลักษณะเป็นรูปภาพหลายชิ้น จะถูกนำมาประมวลผลต่อกันผ่านซอฟแวร์ DroneDeploy เมื่อประมวลผลเสร็จแล้ว ทำการนำออกภาพที่ประมวลผลกับความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) 2 เซนติเมตร จากนั้นจะได้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ได้ทำการหลอมรวมภาพและแบบจำลองความสูงเชิงเลข

ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ



แบบจำลองความสูงเชิงเลขจากการประมวลผลภาพ

รูปที่ 3 ข้อมูลที่ได้รับจากการบินและประมวลผลภาพในพื้นที่ศึกษา

2. ผลการแปลภาพด้วยสายตาและดิจิไตส์

ภายหลังการดิจิไตส์และแปลตีความด้วยสายตาขอบเขตพื้นที่สีเขียวผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยอาศัยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (รูปที่ 4) และทำการสร้างคอลัมภ์เพื่อจัดเก็บขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวลงในตารางคุณลักษณะ พร้อมทั้งใช้คำสั่ง Calculate Geometry เพื่อคำนวณขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียว พบว่า พื้นที่ศึกษามีขนาดทั้งหมด เท่ากับ 80,894.03 ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่สีเขียวเท่ากับ 49,679.23 ตารางเมตร หรือพื้นที่สีเขียวมีขนาดเนื้อที่ร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

นอกจากนี้ ภายหลังทำการดิจิไตส์เพื่อกำหนดตำแหน่งและขนาดทรงพุ่มของต้นไม้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังรูปที่ 4 หลังจากนั้นทำการระบุความสูงของต้นไม้ที่ได้โดยอาศัยข้อมูลความสูงจาก DSM และกรอกค่าความสูงประจำต้นไม้แต่ละต้นลงในตารางคุณลักษณะ พบว่า มีจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 440 ต้น และคำนวณพื้นที่ทรงพุ่มหรือพื้นที่ร่มไม้ เท่ากับ 15,079.02 ตารางเมตร หรือพื้นที่ร่มเงามีขนาดสัดส่วนร้อยละ 18.64 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

พื้นที่สีเขียวจากการดิจิไตส์และการแปลด้วยสายตา

ต้นไม้และร่มเงาทรงพุ่มจากการดิจิไตส์และแปลด้วยสายตา

รูปที่ 4 ข้อมูลที่ได้จากการดิจิไตส์และการแปลด้วยสายตา

3. ผลประเมินขนาดเนื้อของพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ภายหลังการสำรวจข้อมูลจำนวนนิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จากเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัย [13, 14] พบว่า มีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 2,079 คน ประกอบด้วย นิสิตของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 1,479 คน อาจารย์จำนวน 80 คน และบุคลากร 20 คน นอกจากนี้ยังมีส่วนอื่น ๆ อีกประมาณ 500 คน ซึ่งเป็นนิสิตที่เข้ามาเรียนที่อาคารคณะดังกล่าว หากนำจำนวนประชากรทั้งหมดไปคำนวณหาสัดส่วนเนื้อที่ระหว่างพื้นที่สีเขียวและจำนวนประชากร พบว่ามีค่าเท่ากับ มีพื้นที่สีเขียว 23.89 ตารางเมตรต่อ คน ซึ่งมีสูงกว่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลกและสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจและมองเห็นสภาพพื้นที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น จึงได้สร้างแบบจำลองสามมิติโดยการนำชั้นข้อมูลร่มเงาไม้ยืนต้นเข้าในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ค่าความสูงของทรงพุ่มมาพล๊อตเป็นโมเดลของต้นไม้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 แบบจำลองสามมิติของต้นไม้และพื้นที่โดยรอบพื้นที่ศึกษา

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ภาพจากอากาศยานไร้คนขับที่บันทึกข้อมูลพื้นที่บริเวณอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 80,894.03 ตารางเมตร เมื่อทำการบินถ่ายภาพและประมวลผลภาพแล้ว นำภาพถ่ายทางอากาศที่ได้ไปใช้ในการจำแนกพื้นที่สีเขียวด้วยการแปลภาพด้วยสายตาและดิจิไตส์ ผลการศึกษาประการแรก พบว่า มีพื้นที่สีเขียวเท่ากับ 49,679.25 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ซึ่งเห็นได้ว่ามีค่าร้อยละมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) นอกจากนี้พบอีกว่ามีจำนวนไม้ยืน เท่ากับ 440 ต้น และมีร่มเงาไม้ครอบคลุมพื้นที่ เท่ากับ 15,079.02 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 18.64 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

นอกจากนี้ ภายหลังการสำรวจจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว พบว่ามีจำนวนประชากรทั้งหมด 2,079 คน ซึ่งประกอบไปด้วย นิสิตของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 1,479 คน อาจารย์จำนวน 80 คน บุคลากร 20 คน และนิสิตที่เข้ามาเรียนที่อาคารคณะดังกล่าวอีกประมาณ 500 คน ดังนั้นหากพิจารณาค่าสัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวและจำนวนประชากร พบว่ามีค่าเท่ากับ 23.89 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งมีค่ามากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์การอนามัยโลก (Russo A, et al., 2018)

ถึงแม้ว่า กรอบหรือข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาถูกกำหนดไว้แล้วอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจของผู้อ่าน รายละเอียดของข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้มีดังต่อไปนี้ (1) พื้นที่ศึกษาเป็นเพียงพื้นที่โดยรอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาเท่านั้น อย่างไรก็ตาม หากมีการประเมินพื้นที่สีเขียวทั่วบริเวณมหาวิทยาลัยนั้นสามารถทำได้แต่จำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้นในการบินถ่าย (2) การศึกษาครั้งนี้เป็นการคำนวณ “สัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนประชากร” ที่อาศัยการแปลภาพด้วยสายตาจากภาพที่บันทึกในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น (3) การแปลตีความด้วยสายตาใช้ภูมิหลังของผู้แปลที่คุ้นชินกับพื้นที่ศึกษา จึงทำให้มีความแม่นยำสูงในการจำแนก นอกจากนี้ สำหรับการศึกษาครั้งถัดไป หากไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา งบประมาณ และบุคลากร สามารถขยายพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ทั้งหมดในมหาวิทยาลัยพะเยาได้เช่นกัน หรืออาจดำเนินการในเขตเทศบาลหรือองค์การบริหารส่วนตำบลที่ต้องการข้อมูลสนับสนุนการจัดการพื้นที่สีเขียวได้ในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นสามารถใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงมาใช้ร่วมประกอบการวิเคราะห์พื้นที่สีเขียวด้วยได้ หากมีการบินถ่ายในเวลาใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ และอาจารย์ผู้สอนรายวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านสาธารณสุขที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สอนการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ผู้ศึกษาขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการเผยแพร่ผลงานนี้ให้เป็นประโยชน์ในวงวิชาการและการพัฒนาเชิงพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กองการเจ้าหน้าที่. (2565). *สรุปอัตรากำลัง บุคลากร ของมหาวิทยาลัยพะเยา ปี 2563*. มหาวิทยาลัยพะเยา. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2565. สืบค้นจาก: http://www.personnel.up.ac.th/ContentRead.aspx?c=อัตรากำลัง

ไทยพีบีเอส. (2565). *คนกรุงเทพฯ มีพื้นที่สีเขียวไม่เพียงพอจริงหรือ?.* สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://thevisual.thaipbs.or.th/bangkok-green-space/main/

ปุณยนุช รุธิรโก. (2557). *การประเมินคุณภาพและแนวทางการจัดการพื้นที่สีเขียวนันทนาการในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ และเทศบาลเมืองคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพจน์ เพ็ญพาส. (2565). *การสำรวจและจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ*. กรมโยธาธิการและผังเมือง. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: http://oldoffice.dpt.go.th/km/images/pdf/paper_km_6_63.pdf

ระบบบริการการศึกษา. (2565). *จำนวนนิสิตในปัจจุบัน. มหาวิทยาลัยพะเยา*. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2565. สืบค้นจาก: https://reg.up.ac.th/content/all/information

วราลักษณ์ คงอ้วน และ พุฒพรรณี ศิตะจิตต์. (2554). การจัดการพื้นที่สีเขียวในสถาบันศึกษา: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล*, *13*(2), 74-87.

ศุภกิจ พิทักษ์บ้านโจด. (2565, 3 มกราคม). พื้นที่สีเขียวในเมืองใหญ่. *becommon*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://becommon.co/culture/green-bangkok/

สำนักข่าวอิศรา. (2565, 19 มีนาคม). 'พื้นที่สีเขียว' ดัชนีวัดความสุขคนกรุง ส่วน กทม.ยังห่างไกลจากคำว่า 'เมืองสิ่งแวดล้อม'. *สำนักข่าวอิศรา*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://www.isranews.org/article/isranews-scoop/107414-isranews-246.html

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน.* สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: http://www.onep.go.th/ebook/eurban/eurban-publication-07.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: http://www.onep.go.th/ebook/eurban/eurban-publication-06.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *พื้นที่สีเขียว.* สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://www.onep.go.th/พื้นที่สีเขียว/

สินีนาถ ศุกลรัตนเมธี. (2562, 19 กรกฎาคม). พื้นที่สีเขียวในเมือง ต้องมีการวางแผนเชิงรุก 2022. *มติชนออนไลน์*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://www.matichon.co.th/article/news_1585145

Russo A, and Cirella G. T. (2018). Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?, *Int J Environ Res Public Health*, *15*(10), 1-15.

โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย

นพรัตน์ กาญจนเจริญชัย[1*] และ พงศกรณ์ อินปั๋น[2*]

Landscape Structure of Green Spaces and Its Effect on Land Surface Temperature in Chiang Rai City Area, Thailand

Nopparat Kanchanacharoenchai[1*] and Pongsakorn Ainpan[2*]

[1] Bachelor of Science (Geoinformatics) Program and Research Unit of Spatial Innovation Development, Department of Geographic Information Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000

[2] Department of Public Works and Town & Country Planning

[*]Corresponding author: nopxo2543@gmail.com

Received; December 16, 2022; Revised: February 12, 2023; Accepted: March 9, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียว และ 2)เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงราย โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ด้วยมาตรวัดทางภูมิทัศน์ซึ่งประเมินจากลักษณะโครงสร้าง ได้แก่ 1) ขนาด 2) รูปร่าง และ 3) แก่น ของหย่อมสีเขียว โดยในการศึกษานี้มาตรวัดต่าง ๆ ได้ถูกคำนวณผ่านโปรแกรม QGIS 2.8 โดยใช้ LECOS-FRAGSTATS Tool จากนั้นทำการตรวจสอบผลกระทบของโครงสร้างภูมิทัศน์ของหย่อมสีเขียวต่ออุณหภูมิพื้นผิวที่ระบุจากภาพความร้อนของข้อมูลดาวเทียม Landsat 8-TIRS ซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการระบุถึงผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงราย โดยการคัดเลือกมาตรวัดผ่านการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามาตรวัดลักษณะทางโครงสร้างภูมิทัศน์ เช่น ขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของพื้นที่สีเขียวอาจส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวได้อย่างมีนัยสำคัญ ยังรวมไปถึงมาตรวัดอื่น ๆ ได้แก่ รูปราง ผลรวมเส้นขอบ และขนาดรอยแตกรอยร้าว โดยมีค่าค่ามประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.174 การค้นพบนี้สามารถช่วยให้นักวางแผนพัฒนาเมืองใช้มาตรวัดทางภูมิทัศน์เหล่านี้เพื่อสร้างความสมดุลของพื้นที่สีเขียวในการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเมืองและการปรับปรุงสภาพภูมิอากาศเมืองเชียงรายต่อไป

คำสำคัญ: โครงสร้างภูมิทัศน์, มาตรวัดทางภูมิทัศน์, พื้นที่สีเขียว, อุณหภูมิพื้นผิว

---

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ภูมิสารสนเทศ) และหน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] กรมโยธาธิการและผังเมือง

Abstract

The research of this study aimed to 1) to study the landscape structure of the green area and 2) to analyze the impact of the urban heat island phenomenon in the urban area of Chiang Rai. The landscape structure of the green area can be described and examined by landscape measures assessed from the structural characteristics i.e. 1) size, 2) shape, and 3) core of the green patch. In this study, these measures were calculated through the QGIS 2.8 program using the LECOS-FRAGSTATS Tool. Landsat 8-TIRS, recorded on 9 March 2021, is an important parameter in determining the urban heat island effect in Chiang Rai. The measures were selected through multiple regression analysis. The results show that measures of structural characteristics such as crack/crack size of the green area can significantly reduce the mean surface temperature. Also included were the core index and border sum metrics, with a decision coefficient (R^2) of 0.174. Green space in urban green infrastructure planning and urban climate improvement Chiang Rai next word.

Keywords: Landscape Structure, Landscape Measures, Green Area, Surface Temperature

บทนำ

พื้นที่เมืองในจังหวัดเชียงรายได้รับการพัฒนาให้เป็นศูนย์กลางสำคัญสำหรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรเป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดเชียงรายมีอัตราการเพิ่มของประชากรเมืองมากเป็นอังดับ 2 ของภาคเหนือ มีอัตราการเพิ่มของประชากรเมืองร้อยละ 20.5 ในบทบาทของการเป็นเมืองใหญ่หรือเมืองศูนย์กลางความเจริญของภาคเหนือทั้งด้านเศรษฐกิจ การค้า และเป็นที่ตั้งของเขตเศรษฐกิจพิเศษ จึงทำให้มีขยายตัวของตัวเมืองอย่างรวดเร็ว ทำให้พื้นที่เมืองในจังหวัดเชียงรายมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดเกาะความร้อนของเมืองอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชนและคุณภาพชีวิตในเมืองเชียงราย จากลักษณะสภาพอากาศในพื้นที่และการเพิ่มขึ้นของสิ่งปลูกสร้างอย่างรวดเร็วในปัจจุบันจึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง เนื่องจากความหลากหลายของประเภทที่ดินและการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว (กรมการปกครอง, 2561) จึงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเกาะความร้อนเมือง (Surface urban heat island, SUHI) ของเมืองเชียงราย และอำเภอข้างเคียงเพิ่มขึ้นถึง 5 องศาเซลเซียส จากปี พ.ศ. 2552 โดยในปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองมีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 31.4 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคมจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561)

โครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่สีเขียวนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาเมืองให้เกิดความยั่งยืนเพราะเป็นพื้นที่ที่มีส่วนทำให้เมืองเกิดความน่าอยู่และมีชีวิตชีวา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบททางสภาพแวดล้อมเชิงภูมิอากาศของเมืองในเขตร้อนที่พื้นที่สีเขียวของเมืองเป็น พื้นที่เกาะความเย็นเมือง (Urban cool islands, UCIs) เพื่อการปรับปรุงคุณภาพเพื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่สาธารณะเมืองให้เกิดประสิทธิภาพด้านความรู้สึกสบายต่อการอยู่อาศัยในพื้นที่เมือง จากผลกระทบจากการขยายตัวของเมือง (Urbanization) ที่มีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรเมืองและเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจส่งผลต่อความต้องการใช้ที่ดินที่เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะบริเวณใจกลางเมืองที่มีความหลากหลายทั้งในเรื่องของการใช้งาน ความเข้มข้นของกิจกรรม และความหนาแน่น เข้ามาแทนที่พื้นที่สีเขียวในเมือง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานเมือง (Urban morphology) หรือรูปแบบเมือง (Urban form) ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของการพัฒนา เมืองอย่างรวดเร็ว การขยายตัวของ

เมืองสมัยใหม่ที่ไม่ได้มีการวางแผนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น การใช้พลังงานในอาคารเพิ่มมากขึ้น ปริมาณมลพิษทางอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของภูมิอากาศเมือง อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง หรือ Urban heat island (UHI) (Chena et al., 2012)

ทั้งนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินต้องปรับตัวเพื่อเตรียมเมืองตั้งรับสภาพภูมิอากาศ เช่น มาตรการควบคุมอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวเมือง การกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวอย่างเหมาะสม โดยอาจมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อมพื้นถิ่นนั้น ๆ เพื่อลดผลกระทบอุณหภูมิเมืองลงให้มากที่สุด

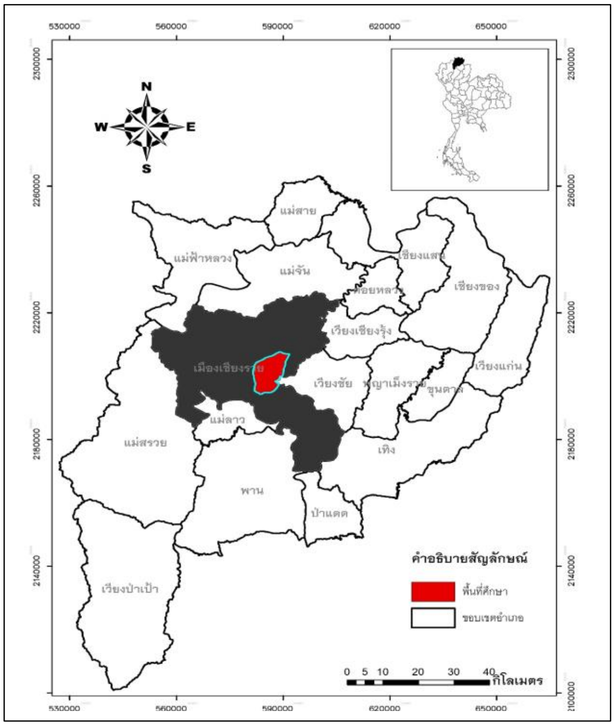
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองเชียงราย
2. เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงราย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

พื้นที่อำเภอเมืองเชียงราย ประกอบด้วย 15 ตำบล 174 หมู่บ้าน การวิจัยนี้กำหนดให้เมืองเชียงรายเป็นเขตพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ ณ ละติจูด 19.921 องศาเหนือ ลองติจูด 99.808 องศาตะวันออก ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปมีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบมีแม่น้ำไหลผ่านพื้นที่ตอนบน และมีดอยบ่อเป็นภูเขาสูงอยู่ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกของพื้นที่ เนื้อที่ประมาณ 86.88 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม พื้นที่ส่วนใหญ่ของตัวเมืองเชียงราย ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat8 ซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 เมษายน ปี พ.ศ. 2564



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา อำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย

ขั้นตอนการดำเนินการ

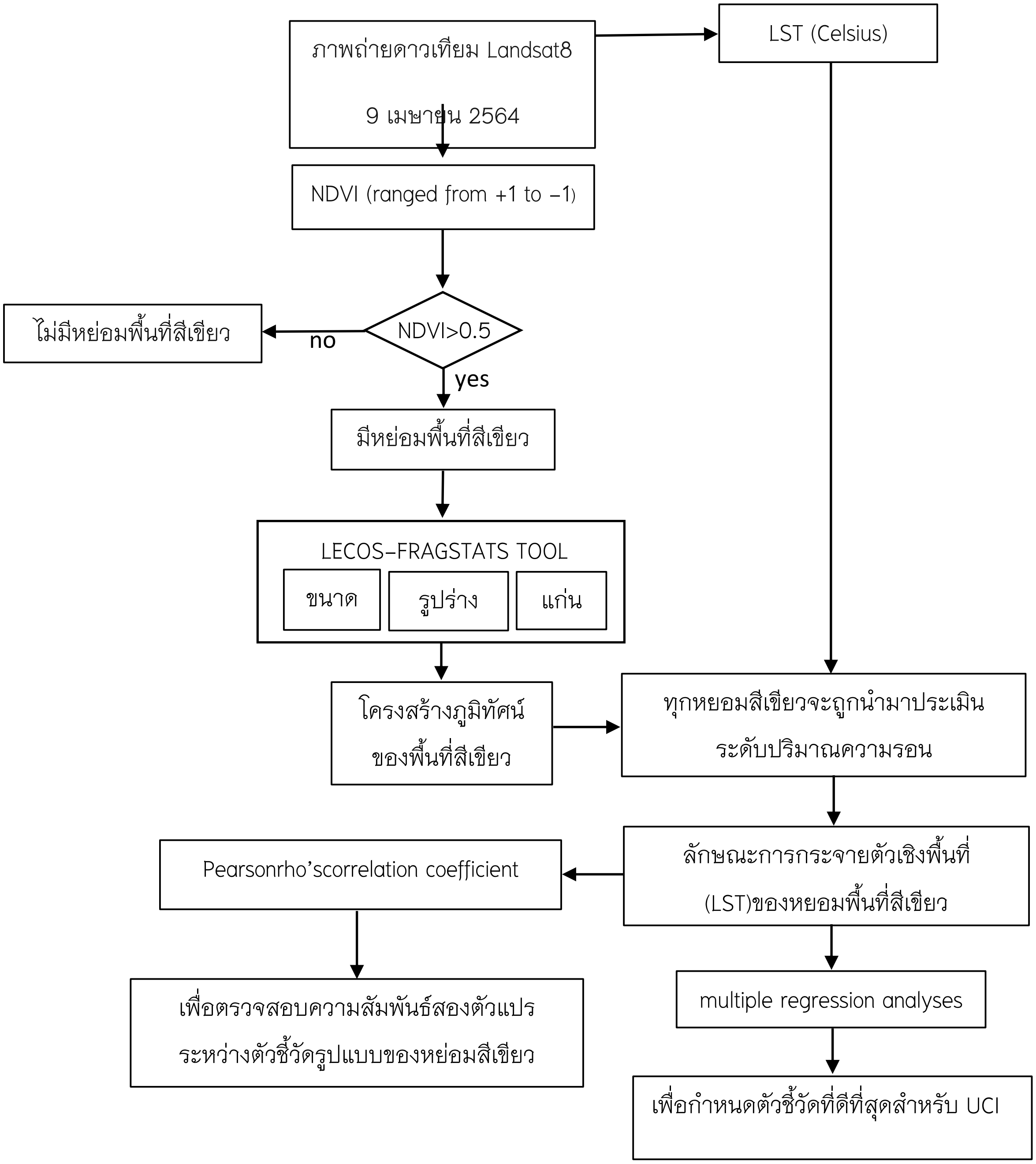
หย่อมพื้นที่สีเขียวได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยการประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index, NDVI) (มานัส ศรีวณิช, 2565) และการวิเคราะห์มาตรวัดทางภูมิทัศน์โดยโปรแกรม QGIS 2.8 ผ่านเครื่องมือชื่อ LECOS–FRAGSTATS Tool (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3) (McGarigal et al., 2012) จากนั้นทุกหย่อมสีเขียวจะถูกนำมาประเมินระดับปริมาณความร้อน (Thermal load) ที่ได้จากการประเมินข้อมูลภาพช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared band) ช่วงต้นฤดูร้อน ของ Landsat 8 TIRS–Thermal Infrared Sensor (รูปที่ 4) ซึ่งถูกนามาใช้ทดสอบความเสถียรของอุณหภูมิพื้นผิว (Land surface temperature, LST) ในพื้นที่หย่อมสีเขียวที่ต่างกัน การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis) ด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ที่เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรทำนายความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศน์ที่เป็นตัวแปรอิสระ กับอุณหภูมิพื้นผิวที่เป็นตัวแปรตาม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561) ซึ่งมีขั้นตอนในรายละเอียดการทำงานดังนี้

1. จัดหาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษา และทำการกำหนดขอบเขตภายในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 เขต ได้แก่ เขตเมืองชั้นใน เขตเมืองชั้นกลาง และเขตเมืองชั้นนอก เพื่อชี้ให้เห็นถึงรูปแบบและความแตกต่างของพื้นที่สีเขียนตามความหนานแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยภาพถ่ายดาวเทียมการเกิดเกาะความร้อนใช้ข้อมูลข้อมูลซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 เมษายน ปี พ.ศ. 2564 ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT–8 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat8ระบบTIRS บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดเชียงรายจำนวน 1 ภาพ โดยมีทั้งหมด 11 แบนด์ ซึ่งช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการศึกษาคือแบนด์ 4,5และแบนด์10 เพื่อหาค่าดชนีพืชพรรณ NDVIและค่าอุณหภูมิพื้นผิว LST (รายละเอียด 30 เมตร)

2. ภายหลังได้ข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณ NDVIและค่าอุณหภูมิพื้นผิว LSTจะทำการระบุหย่อมพื้นที่สีเขียวโดยการแบ่งค่าดัชนีพืชพรรณ NDVIที่มากกว่าค่ากลางของเพื่อจำแนกเอาเฉพาะพื้นที่ที่มีหย่อมพื้นที่สีเขียวแล้วนำไปวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวด้วยเครื่องมือ LECOS–FRAGSTATS Tool เพื่อให้ได้ซึ่งลักษณะโครงสร้าง เช่น ขนาด รูปร่าง และ แก่นของพื้นที่สีเขียว LECOS–FRAGSTATS Tool ฟังก์ชันประกอบด้วยการคำนวณเมตริกบนแรสเตอร์และเลเยอร์เวกเตอร์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือซ้อนทับรูปหลายเหลี่ยมเพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น นอกจากนี้ LecoS ยังมีฟังก์ชันบางอย่างเพื่อจัดการกับภาพแรสเตอร์ที่จัดประเภทไว้สามารถน้ำมาใช้กับโปรแกรมทางด้าน GIS โดยตรงเนื่องจากเป็นปลั๊กอินที่อยู่ในโปรแกรมQGISอยู่แล้ว

3. การประเมินระดับปริมาณความร้อน โดยการนำข้อมูลโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว LST โครงสร้างพื้นที่สีเขียวทุกหย่อมสีเขียวจะถูกนำมาประเมินระดับปริมาณความร้อน ด้วยวิธี Zonal statistic เป็นการคำนวณค่าสถิติของแรสเตอร์ภายในโซนของชุดข้อมูล

4. ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์และกำหนดตัวชี้วัดได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ทางสถิติ (Statistical analysis) ด้วยเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์สองตัวแปรระหว่างตัวชี้วัดรูปแบบของหย่อมสีเขียวทั้งหมดด้วยวิธีแบบเพียร์สัน (Pearsonrho’scorrelation coefficient) และ การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ที่เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรทำนายความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศน์ที่เป็นตัวแปรอิสระกับอุณหภูมิพื้นผิวที่เป็นตัวแปรตาม

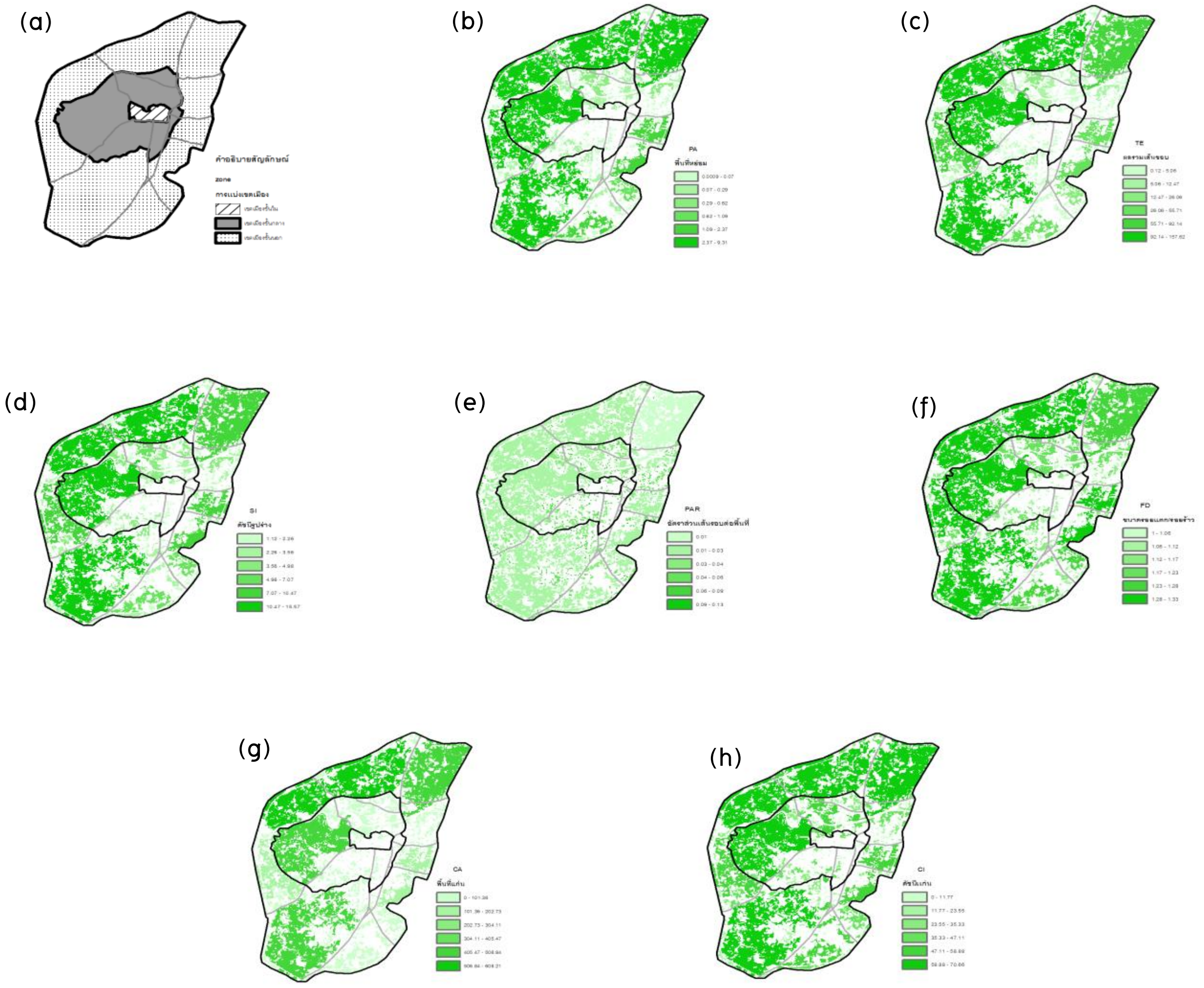


รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

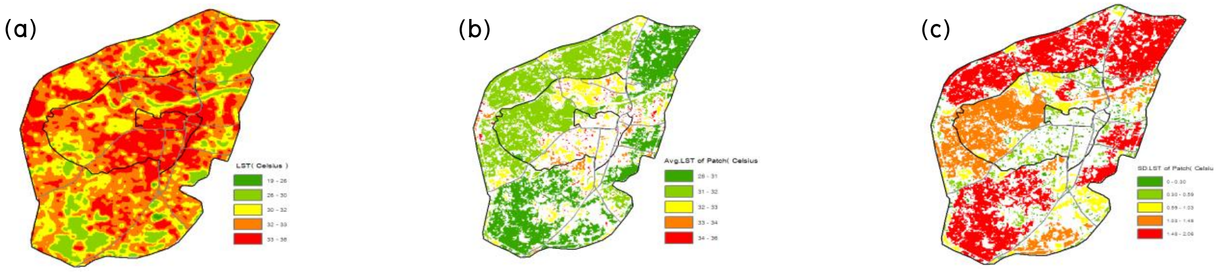
ตารางที่ 1 มาตรวัดทางภูมิทัศนในการวิเคราะหโครงสรางภูมิทัศนหยอมพื้นที่สีเขียวในการศึกษาครั้งนี้

มาตรวัดทางภูมิทัศน (Landscape metrics)		**คำอธิบาย (Description)**	**สมการ (ชวงคามาตรวัด)* Equations (Metric range)**
ขนาด (Size)	(a) พื้นที่หยอม (Patch Area, PA) (ตร.กม.)	พื้นที่ของหย่อมพื้นที่สีเขียว ซึ่งหย่อมมีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมักจะ พบว่ามีความสัมพันธ์กับขนาดของหย่อมพื้นที่สีเขียวที่มีขนาดใหญ่	PA=Patch area, (PA>0)
	(b) ผลรวมเสนขอบ (Total Edge, TE) (กม.)	หย่อมสีเขียวที่มีความอุดมสมบูรณ์หรือไม่นั้น ความยาวของเส้นขอบพื้นที่หย่อนจะส่งผลถึงความอุดมสมบูรณ์และ ความหลายหลายของสิ่งมีชีวิตของพื้นที่ภายในหย่อมด้วย	TE=Sum of patch edge, (TE>0)
รูปราง (Shape)	(c) ดัชนีรูปราง (Shape Index, SI)	โดยปกติอัตราส่วนของเส้นรอบรูปต่อพื้นที่นั้นจะมี ลักษณะของรูปร่างที่ซับซ้อน ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับรูปร่างมาตรฐาน (สี่เหลี่ยม) ที่มีขนาดเดียวกัน	SI=P/(2√□PA), (SI≥1)
	(d) อัตราสวนเสนรอบตอพื้นที่ (Perimeter–Area Ratio, PAR)	อัตราส่วนของเส้นรอบ (Perimeter, P) ต่อขนาด พื้นที่หย่อมสีเขียว	PAR=P/PA, (PAR>0)
	(e) ขนาดรอยแตก/รอยราว (Fractal Dimension, FD)	การวัดขนาดรอยแตก หรือ รอยร้าวระดับต่าง ๆ ภายในหย่อมพื้นที่สีเขียว	FD=2ln(0.25P)/ln(PA), (1≤FD≤2)
แกน (Core)	(f) พื้นที่แกน (Core Area, CA) (ตร.กม.)	พื้นที่ของแก่นภายในหย่อมพื้นที่สีเขียวแต่ละหย่อม ซึ่งจะขึ้นกับรูปร่าว พื้นที่ และความลึกจากขอบ	CA=Core area of a patch, (CA>0)
	(g) ดัชนีแกน (Core Index, CI) (%)	อัตราส่วนร้อยละของพื้นที่แก่นภายในหย่อมพื้นที่สี เขียวต่อพื้นที่ของหย่อมพื้นที่สีเขียวในแต่ละหย่อม	CI=(CA/PA)x100, (0≤FD≤100)

ที่มา: * ดัดแปลงจาก Chen et al., 2014 และ McGarigal et al., 2012



รูปที่ 3 รูปแบบการกระจายตัวและลักษณะทางโครงสรางภูมิทัศนหยอมพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองเชียงราย (a) การแบ่งเขตเมือง, (b) พื้นที่หย่อม, (c) ผลรวมเส้นขอบพื้นที่, (d) ดัชนีรูปร่าง, (e) อัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่, (f) รอยแตก/รอยร้าว, (g) พื้นที่แก่น และ (h) ดัชนีแก่น



รูปที่ 4 (a) ลักษณะการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิว (LST) และสรุปผลของ (b) คาเฉลี่ย, (c) สวนเบี่ยงเบนมาตรฐานของหยอมพื้นที่สีเขียวการจากขอมูล LANDSAT 8 TIRS–Thermal Infrared Sensor บันทึก ณ วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2564

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางโครงสรางภูมิทัศนหยอมพื้นที่สีเขียว

จากการวิเคราะห์ขนาดของหย่อมพื้นที่สีเขียวพบว่า บริเวณเขตเมืองชั้นนอก (Outer zone) นั้นเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีขนาดใหญ่มากที่สุดเท่ากับ 34.39 ตารางกิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ เช่น นาข้าว พื้นที่สวน พื้นที่ป่า โดยมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่เขตเมืองชั้นใน (Inner zone) มีขนาดพื้นที่สีเขียวเล็กที่สุดเท่ากับ 0.33 ตารางกิโลเมตร โดยมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.01 ตารางกิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ปล่อยให้รกร้างรอการพัฒนาในบริเวณศูนย์กลางเมือง นอกจากนี้ยังพบว่า เขตเมืองชั้นในมีขนาดของหย่อมพื้นที่สีเขียวที่ใหญ่ที่สุด เท่ากับ 0.15 ตารางกิโลเมตร และขนาดพื้นที่สีเขียวบริเวณเขตเมืองชั้นนอกมีขนาดใหญ่ที่สุด เท่ากับ 9.30 ตารางกิโลเมตร ในส่วนของขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่หย่อมมีขนาด 0.0009 เท่ากันทุกเขตนั้นเกิดจากความละเอียด (resolotion) ของภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของหยอมพื้นที่สีเขียวจำแนกตามเขตพื้นที่เมืองเชียงราย

เขตพื้นที่เมือง (Urban zones)	**จำนวนหยอม**	**ขนาดเฉลี่ย (ตร.กม.)**	**ขนาดพื้นที่หยอมสีเขียว (ตร.กม.)**			
			พื้นที่รวม	**เล็กที่สุด**	**ใหญ่ที่สุด**	**สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
1.เขตเมืองชั้นใน (Inner zone)	25	0.01	0.33	0.0009	0.15	0.03
2.เขตเมืองชั้นกลาง (Middle zone)	230	0.04	10.24	0.0009	0.18	0.41
3.เขตเมืองชั้นนอก (Outer zone)	421	0.08	34.39	0.0009	9.30	0.67

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินค่าเฉลี่ยของมาตรวัดทางภูมิทัศน์ของหย่อมพื้นที่สีเขียว พบว่า พื้นที่เขตศูนย์กลางเมืองเชียงราย นอกจากจะมีขนาดเฉลี่ยของพื้นที่หย่อม (PA) เล็กที่สุดแล้ว ยังมีรูปร่างของหย่อมสีเขียวที่ไม่ซับซ้อน (SI) และมีอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) เฉลี่ยมากที่สุด และมีขนาดรอยแตกหรือรอยร้าว (FD) ในระดับปานกลาง ส่วนพื้นที่แก่น (CA) และดัชนีแก่น (CI) พบว่ามีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น ๆ ของเมืองเชียงราย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเติบโตของพื้นที่เมืองที่กำลังทำลายโครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่สีเขียวในย่านใจกลางเมืองออกไปสู่พื้นที่ชานเมือง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินมาตรวัดทางภูมิทัศนของหยอมพื้นที่สีเขียว

เขตพื้นที่เมือง (Urban zones)	**จำนวนหยอม**	**คาเฉลี่ยของมาตรวัดทางภูมิทัศน (Landscape metrics)**						
		ขนาด (Size)		**รูปราง (Shape)**			**แกน (Core)**	
		PA	**TE**	**SI**	**PAR**	**FD**	**CA**	**CI**
1.เขตเมืองชั้นใน (Inner zone)	25	0.013	0.0005	1.48	0.100	1.044	0.38	3.86
2.เขตเมืองชั้นกลาง (Middle zone)	230	0.044	0.0011	1.59	0.091	1.052	2.44	6.15
3.เขตเมืองชั้นนอก (Outer zone)	421	0.081	0.018	1.66	0.090	1.056	4.70	6.67

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศนต่อสภาพแวดลอมเชิงความร้อน

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศน์ของหย่อมพื้นที่สีเขียวซึ่งประกอบไปด้วย 7 มาตรวัดกับอุณหภูมิพื้นผิวของเมืองปี พ.ศ. 2564 ซึ่งจะแบ่งอุณหภูมิออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิ (Standard Deviation) ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิภายในแต่ละ patch ทั้งนี้จะใช้วิธีการ Pearsonrh’s correlation เพื่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (ตารางที่ 4) จากตารางความสัมพันธ์ พบว่า ภาพรวมความสัมพันธ์ระดับพื้นที่ศึกษา (All zone), มาตรวัดภูมิทัศน์ทุกดัชนีมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยมาตรวัดภูมิทัศน์ที่มีค่าความสัมพันธ์มากสุดกับอุณหภูมิพื้นผิวส่วนใหญ่ คือ ดัชนีอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) นอกจากนี้ดัชนีแก่น (CA) ดัชนีรอยแตกรอยร้าว (FD) และดัชนีรูปร่าง (SI) ยังมีความสัมพันธ์ที่รองลงมาตามลำดับกับอุณหภูมิเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธระหวนางมาตรวัดภูมิทัศนของหยอมพื้นที่สีเขียวกับอุณหภูมิพื้นผิว

LST (Celsius)		มาตรวัดทางภูมิทัศน์ (Landscape metrics)						
		ขนาด (Size)		รูปร่าง (Shape)			แก่น (Core)	
		PA	TE	SI	PAR	FD	CA	CI
	Mean	–.176**	–.191**	–.294**	.323**	–.321**	–.167**	–.409**
(a) All Zone	Sd	.436**	.468**	.703**	–.734**	.776**	.418**	.765**
	Mean	–.648**	–.668**	–.651**	.585**	–.613**	–.608**	–.629**
(b) Inner Zone	Sd	.612**	.725**	.919**	–.868**	.959**	.488*	.528**
	Mean	–.153*	–.191**	–.356**	.344**	–.366**	–.139*	–.467**
(c) Middle Zone	Sd	.328**	.396**	.694**	–.734**	.756**	.302**	.768**
	Mean	–.179**	–.190**	–.273**	.319**	–.303**	–.172**	–.394**
(d) Outer Zone	Sd	.475**	.499**	.707**	–.734**	.782**	.460**	.771**

หมายเหตุ: ** p<0.01 ,*p<0.05

การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ พบว่า ทุกสมการจะมีความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดภูมิทัศน์และอุณภูมิพื้นผิวอย่างมีนัยยะสำคัญ (Sig. < 0.01) ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่แตกต่างกันไป และเกือบทุกสมการจะมีระดับค่า R^2 อยู่ในระดับกลางถึงต่ำ พิจารณาในภาพรวมของทั้งพื้นที่ศึกษา พบว่า สมการอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสมการส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิจะเป็นสมการที่มีค่า R^2 ในระดับปานกลางเท่ากับ 0.174 และ 0.742 โดยสมการอุณหภูมิเฉลี่ยจะมีความสัมพันธ์กับดัชนีแก่น (CI) มากที่สุด และสมการอุณหภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) ขนาดรอยแตกหรือรอยร้าว (FD) และ ดัชนีแก่น (CI) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอุณภูมิพื้นผิวกับมาตรวัดทางภูมิทัศน์มีความสัมพันธ์กัน หากมีการขยายตัวของชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมากขึ้นจะทำขนาดพื้นที่สีเขียวลดลงขณะเดียวกันจะส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวพื้นของเมืองสูงขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะหสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)

	Equals	R²	Sig.
	LSTmean =36.985+4.646PA–2.210TE+0.167SI–0.481PAR–3.174FD+2.837CA–0.028CI	0.174**	<0.01
(a) All Zone	LSTsd =–1.245–2.327PA–5.624TE+0.051SI–1.867PAR+1.443FD+1.363CA+0.007CI	0.742**	<0.01
(b) Inner Zone (No correlation)			
	LSTmean =28.208–13.111PA+0.659TE–1.608SI+0.953PAR+7.584FD–0.112CA–0.031CI	0.235**	<0.01
(c) Middle Zone	LSTsd =–2.494–9.641PA+0.041TE–0.176SI–1.287PAR+2.863FD–0.006CA+0.009CI	0.714**	<0.01
	LSTmean =35.910+3.587PA–0.005TE+0.074SI+0.352PAR–2.278FD+4.950CA–0.027CI	0.161**	<0.01
(d) Outer Zone	LSTsd =–0.919+8.311PA–0.017TE+0.115SI–2.036PAR+1.068FD+0.003CA+0.007CI	0.764**	<0.01

หมายเหตุ: ** p<0.05

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น โดยฉพาะบริเวณที่เป็นชุมชนหนาแน่น ได้แก่ เขตเมืองชั้นในพื้นที่ที่อยู่อาศัยหนาแน่น และพื้นที่ใกล้แนวเส้นทางคมนาคมขนส่งสายหลัก แสดงให้เห็นว่าหย่อมพื้นที่สีเขียวในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะโครงสร้างทางภูมิทัศนที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอตอการให้ความเย็นแกพื้นที่ยานใจกลางเมือง เนื่องจากพื้นที่หยอมสีเขียวถูกทำลายจากกระบวนการกลายเป็นเมือง อีกทั้งรูปราง ผลรวมเส้นขอบ และขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของหยอมพื้นที่สีเขียวจากการพัฒนาเมือง เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำลายโครงสรางพื้นฐานสีเขียวของเมือง ในขณะที่บริเวณเขตชานเมืองยังคงหลงเหลือพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ จำนวนมาก โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สวนและพื้นที่ป่า ซึ่งเป็นบริเวณที่มีที่พื้นที่แก่นขนาดใหญ่ ส่งผลต่ออัตราการลดลงของอุณหภูมิที่สูงกวาพื้นที่ใจกลางเมืองถือได้ว่าเป็นพื้นที่เกาะความเย็นบริเวณชานเมือง

ผลการศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น โดยฉพาะบริเวณที่เป็นชุมชนหนาแน่น ได้แก่ เขตเมืองชั้นใน พื้นที่ที่อยู่อาศัยหนาแน่น แสดงให้เห็นว่าหย่อมพื้นที่สีเขียวในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะโครงสร้างทางภูมิทัศนที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอตอการให้ความเย็นแก่พื้นที่ยานใจกลางเมือง เนื่องจากพื้นที่หยอมสีเขียวถูกทำลายจากกระบวนการกลายเปนเมืองทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ผันเมืองที่วางไว้ไม่สามารถรองรับได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องทำให้พื้นที่สีเขียวถูกทำหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชมพูนุท คงพุนพิน และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงใหม่ พบว่าบริเวณเขตศูนย์กลางเมือง เชียงใหม่เป็นบริเวณที่พบวามีจำนวนหย่อมพื้นที่สีเขียวที่มีทั้งจำนวน ปริมาณการคลุม และโครงสรางภูมิทัศนของพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทำความเย็นให้แก่พื้นที่ยานใจกลางเมืองโดยเฉพาะดัชนีภูมิทัศน์ด้านแก่น (Core) ของพื้นที่หย่อมสีเขียวปัจจุบันที่มีโครงสร้างทั้งขนาดและจำนวนแก่นถูกทำลายจากกระบวนการกลายเป็นเมือง และยังทำให้ ค้นพบอีกว่าการมีขนาดพื้นที่หย่อมสีเขียว (Patch size) ที่มีขนาดพื้นที่รวมมากอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง รูปร่าง (Shape) ของหย่อมสีเขียวทั้งจากความยาวของเส้นรอบต่อพื้นที่ การมีขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของหย่อมพื้นที่สีเขียวจากการพัฒนาเมืองเป็น องค์ประกอบหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการทำลายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

ดังนั้น มาตรการควบคุมเชิงพื้นที่จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการส่งเสริมเพื่อลดอุณหภูมิ จึงต้องมีการควบคุมการขยายตัวของเมืองในแนวราบ เพื่อป้องกันการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทางที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหนาแน่นของเมือง และสนับสนุนการขยายตัวในแนวดิ่งเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรองรับการเจริญเติบโต นอกจากนี้การแบ่งเขตการจัดการพื้นที่ (Zoning) การกำหนดสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่เงื่อนไข และข้อกำหนดด้านผังเมืองก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการควบคุมการพัฒนาเมืองและการพัฒนาพื้นที่ ซึ่งสามารถนำมาใช้ควบคุมพื้นที่ย่านที่มีการใช้ที่ดินซับซ้อนได้ เช่น พื้นที่ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ย่านที่มีลักษณะพิเศษ การแบ่งเขตการจัดการพื้นที่มักอยู่ภายใต้การดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยมีการบังคับใช้ระเบียบแลข้อกำหนดต่าง เช่น ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อนุญาตให้กระทำได้ ระดับความเข้มข้นหรือความหนาแน่นของการพัฒนา ความสูงของอาคาร และการกำหนดรายละเอียดโครงสร้างอาคารของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้ต้องมีความเชื่อมโยงและ

สอดคล้องกับข้อกำหนดจากเทศบัญญัติและข้อกำหนดด้านผังเมืองรวม รวมทั้งการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เมืองและการกำหนดพื้นที่สีเขียวเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีของพื้นที่เมือง โดยประเภทของพื้นที่สีเขียวในเมืองมีทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ พื้นที่สีเขียวเฉพาะ พื้นที่สีเขียวบริเวณริมทางสัญจร และพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน แต่เนื่องจากพื้นที่เมืองเชียงรายมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่พื้นที่สีเขียว โดยฉพาะพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมของเมืองลดขนาดลงอย่างรวดเร็วจากการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงขนาดของพื้นที่สีเขียวธรรมชาติมีจำกัด และไม่สามารถเพิ่มขนาดพื้นที่ได้มากนัก ดังนั้นมาตรการเชิงนโยบายในการจัดการพื้นที่สีเขียวจึงควรพัฒนาพื้นที่สีเขียวในรูปแบบพื้นที่สีเขียวแนวตั้ง ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเหมาะกับพื้นที่ที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก ตึกแถว อาคารชุด ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่เมืองเชียงราย พื้นที่สีเขียวดังกล่าวยังช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวของเมือง สร้างความสวยงามให้แก่สถานที่และภูมิทัศน์ที่ดีของเมืองได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามความสำเร็จในวางแผนพัฒนาเมืองเพื่อลดผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงต่องประสานการทำงานและความร่วมมือจากสถาปนิก และนักผังเมืองบนพื้นฐานความเข้าใจเดียวกัน ซึ่งส่งผลต่อการปรับตัว (Adaptation) เพื่อบรรเทา (Mitigation) ความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะพื้นที่เมืองเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมการปกครอง. (2561). *ส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียนสำนัก บริหารการทะเบียน เรื่อง สถิติจำนวนประชากรและบ้าน.* สืบค้นจาก https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/mainpage

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). ศูนย์ภูมิอากาศและกองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา เรื่อง สถิติอุณหภูมิสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยระหว่างพ.ศ. 2494 – 2565. สืบค้นจาก https://www.tmd.go.th/climate/tempmaxstatlatest

ชมพูนุท คงพุนพิน, มานัส ศรีวณิช และภาวิณี เอี่ยมตระกูล. (2560). การประเมินศักยภาพพื้นที่สีเขียวเพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนในจังหวัดนครนายก. *การประชุมวิชาการ ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2 (NatGen 2nd)*, วันที่ 15 ธันวาคม 2560 (น. 101–104). พิษณุโลก: ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มานัส ศรีวณิช. (2565). *การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศการวิเคราะห์ในเมืองการวางแผนสิ่งแวดล้อมและพื้นที่สีเขียว.* [เอกสาร ประกอบการสอน]. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Chena A, Yaoc XA, Suna R, & Chena L. (2012). *Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations.* Urban Forestry & Urban Greening. Environmental Science, 11(2), 646–654. Retrieved from: https://www.semanticscholar.org/paper/ffect-of-urban-green-patterns-on-surface-urban-cool-Chena-Yaoc/69b6cf05113ea32cb1388f4235e8e810cecaea18

McGarigal K, Cushman S, & Ene E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous.* Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts. Retrieved from: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

การประเมินความรุนแรงของไฟป่าและการฟื้นตัวพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ข้อมูลภาพถ่าย Landsat 8 OLI ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย

ชินวัตร สุยะ[1*] และ ปิยะพงษ์ ศรไชย[2]

Estimation of Forest Fire Severity and Post-fire Vegetation Recovery Using Landsat 8 OLI Imagery Data in Royal Initiative Project Area, Forest Fire Control Station, Doi Tung, Chiang Rai

Chinnawat Suya[1*] and Piyapong Sornchai[2]

[1] Bachelor of Science Record for Geoinformatics, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Doi Tung Royal Forest Fire Control Station arising from royal initiatives

*Corresponding author: C.suya22@gmail.com

Received; December 16, 2022; Revised: February 12, 2023; Accepted: March 9, 2023

บทคัดย่อ

ไฟป่าเป็นรูปแบบความเสียหายแบบฉับพลันที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลในงานด้านป่าไม้ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายซึ่งช่วยในการตรวจวัดความรุนแรงของไฟป่าและการฟื้นฟูพื้นที่ป่าจากการเกิดไฟป่าได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของการเกิดไฟป่าและการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่า บนแพลตฟอร์ม Google earth engine จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 surface reflectance ในช่วงปี ค.ศ. 2015 ถึง 2021 โดยใช้ดัชนีอัตราส่วนการเผาไหม้แบบปกติ (Normalized Burn Ratio: NBR) เพื่อระบุพื้นที่การเกิดไฟป่า และดัชนีอัตราส่วนการเผาแบบรุนแรง (Difference Normalized Burn Ratio: dNBR) เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของไฟป่า จากนั้นประเมินระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าด้วยอัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณ (burn recovery ratio, BRR) พบว่า ระดับความรุนแรงของการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ไม่มีการเผาไหม้(Unburned) คิดเป็นร้อยละ 33.01 ถึง 88.84 ของพื้นที่ และ เผาไหม้ต่ำ(Low Severity) คิดเป็นร้อยละ 6.91 ถึง 61.46 ของพื้นที่ สำหรับระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณส่วนใหญ่อยู่ในระดับการฟื้นตัวต่ำมาก(Very Poor) นอกจากนี้ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการเผาไหม้(dNBR) กับผลการวิเคราะห์ระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณ(BRR) ในปี 2021 มาคำนวณหาร้อยละของการฟื้นตัวของพืชพรรณต่อพื้นที่ พบว่าการฟื้นตัวเป็นของพืชพรรณส่วนใหญ่เป็นการฟื้นตัวบางส่วน(Partial complete) จากผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนและป้องกันการเกิดไฟป่าในพื้นที่เกิดซ้ำหรือพื้นที่เปราะบางต่อการเกิดไฟป่าเพื่อเพิ่มอัตราการฟื้นฟูของพืชพพรณ

คำสำคัญ: ไฟป่า, Google earth engine, ดัชนีอัตราส่วนการเผาแบบรุนแรง, อัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณ, ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8

[1] หลักสูตรภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

[2] สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

Abstract

Wildfires are a sudden form of damage that affect humans and the environment. The application of remote sensing technology in forestry is widely used, which helps to estimate the severity of forest fires and post-fire vegetation recovery. The purpose of this study was to assess the severity of forest fires and post-fire vegetation recovery on the Google Earth Engine platform from Landsat 8 surface reflectance satellite images during the years 2015 to 2021 using the Normalized Burn Ratio (NBR) index to identify the forest fire areas, and the Difference Normalized Burn Ratio (dNBR) index to assess the severity of forest fires. Then, post-fire vegetation recovery was assessed using the burn recovery ratio (BRR). It was found that most levels of the forest fire severity in this study area were unburned which was 33.01% to 88.84% of the area, and low severity was 6.91% to 61.46% of the area. At the part of the post-fire vegetation recovery level, most of the vegetation recovery level was very poor. In addition, the results of burn severity analysis (dNBR) with the results of vegetation recovery level (BRR) in 2021 were analyzed to calculate the percentage of vegetation recovery per area. It was found that the post-fire vegetation recovery was mostly partially complete level. The results of this study can be used to plan and prevent forest fires in recurring or vulnerable forest fire areas for increasing the rate of regeneration of vegetation.

Keywords: Forest fire, Google earth engine, Difference Normalized Burn Ratio, Burn Recovery Ratio, Landsat 8 imagery

บทนำ

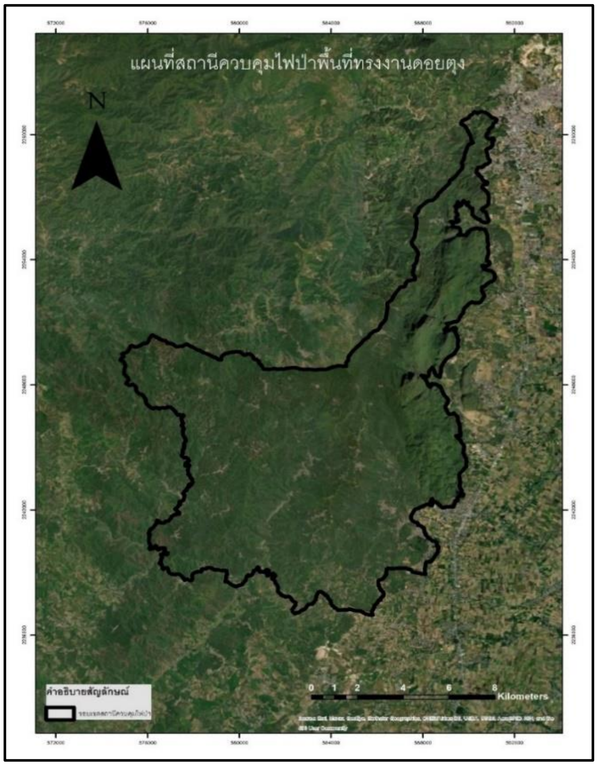
ไฟป่าเป็นรูปแบบความเสียหายแบบฉับพลันที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลเสียอย่างต่อเนื่องและยาวนานเป็นผลให้ระบบนิเวศเสียสมดุล เช่น การเสียสภาพสมดุลของโครงสร้างป่า การลดลงของธาตุอาหารในดิน การสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์พื้นถิ่น การลดจำนวนของสัตว์ป่า การอพยพของสัตว์ป่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการเกิดภัยพิบัติดินถล่มในช่วงฤดูฝน (พลาย ภิรมย์, 2020) นอกจากนี้ ไฟป่ายังทำลายแหล่งอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งหลบภัย และแหล่งน้ำ อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันซึ่งส่งผลต่อทัศนวิสัยในการมองเห็น และระบบทางเดินหายใจ ศิริภัทร เอี่ยมละออ (2015) กล่าวได้ว่า ไฟป่าเป็นปัจจัยที่สร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม โดยระดับของการเกิดไฟป่าในประเทศไทยมีความรุนแรงมากจนกลายเป็นปัจจัยที่รบกวนสมดุลของระบบนิเวศอย่างรุนแรง (สมชาย โกมลคงอย, 2019) จึงจำเป็นต้องฟื้นฟูป่าเพื่อให้ระบบนิเวศดีขึ้น โดยลดการเกิดไฟป่า เมื่อป่าสามารถฟื้นฟูก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของแหล่งต้นน้ำลำธาร เกิดพืชที่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์และมนุษย์ นอกจากนี้เมื่อไม่มีไฟป่ายังช่วยลดมลพิษทางอากาศ และทำให้ทัศนวิสัยการมองเห็นดีขึ้น

ปัจจุบันได้มีระบบวิเคราะห์ข้อมูล กูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มภูมิสารสนเทศของกูเกิล (Google) ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และการสร้างภาพ (Visualization) จากชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial information) ของภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image) โดยกูเกิลรวบรวมและจัดเก็บย้อนหลังมากกว่า 40 ปี ไว้ในแบบ คลังข้อมูลสาธารณะเช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Sentinel และ Landsat เป็นต้น โดยการใช้งานโปรแกรม GEE จะเป็น การเขียนโค้ดคำสั่ง (Code editor) ในภาษา JavaScript เพื่อเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นำมาวิเคราะห์และประมวลผล ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา เช่น ข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature) ข้อมูลการเกิดไฟป่า (Forest fire) และ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) เป็นต้น (Google Earth Engine, 2020)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลในงานด้านป่าไม้ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมสามารถให้ข้อมูลความละเอียดเชิงสเปกตรัม และความละเอียดเชิงเวลา ซึ่งช่วยในการตรวจวัดความรุนแรงของไฟป่า และการฟื้นฟูพื้นที่ป่าจากการเกิดไฟป่าได้ เช่น การใช้ดัชนีอัตราส่วนการเผาไหม้แบบปกติ (NBR) สำหรับระบุบริเวณที่ถูกไฟไหม้และวัดความรุนแรงของการเผาไหม้ (Schepers et al., 2014), (Veraverbeke et al., 2011) ดัชนีการเผาไหม้ (dNBR) เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่ก่อนและหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ค่าความแตกต่างของดัชนี NBR ในสองช่วงเวลา (Key et al., 2006) และการวิเคราะห์การฟื้นฟูป่าหลังเกิดไฟป่าร่วมกับสมการฟื้นฟูการเผาไหม้ (burn et al., 2009), (Lin et al., 2006) นอกจากนี้ ระบบวิเคราะห์ข้อมูลภูมิสารสนเทศบนแพลตฟอร์ม Google earth engine ถูกนำมาใช้สำหรับประมวลผลชุดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการตรวจสอบพื้นที่ถูกไฟป่าและฟื้นฟูป่าหลังการเกิดไฟ ในพื้นที่ป่าบริเวณกว้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ประเมินระดับความรุนแรงของไฟป่า และ 2. ประเมินระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่า โดยใช้ Google earth engine ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ศึกษา

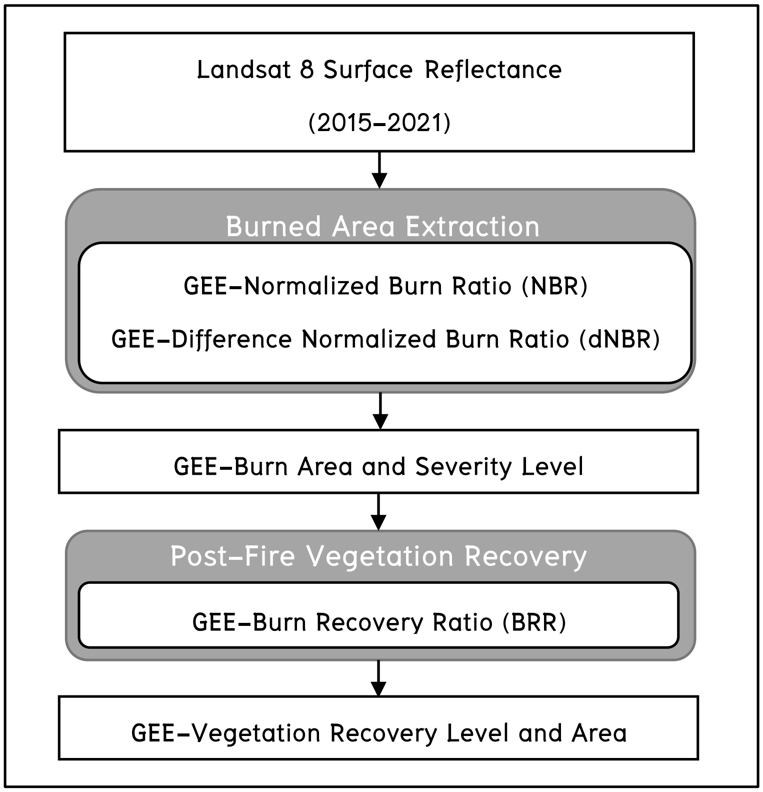
พื้นที่ควบคุมไฟป่า ณ พื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย(รูปที่1) ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย พิกัด UTM ทิศเหนือ ที่ 590554 ,2261110 ทิศใต้ ที่ 582428,2237036 ทิศตะวันออก ที่ 591142,2253151 ทิศตะวันตก ที่ 574805,2249182 มีพื้นที่ทั้งหมด 163.14 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศของดอยตุงเป็นยอดเขาสูงทอดตัวยาวอยู่ทางด้านซ้ายของเส้นทางที่มุ่งไปอำเภอแม่สาย พรมแดนไทย เมียนมา และเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขานางนอน ในเขตอำเภอแม่ฟ้าหลวง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1,630 เมตร มีสภาพอากาศหนาวเย็นตลอดปี และพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบบนภูเขาสูง มีความลาดชันตั้งแต่ 35 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เนื้อดินประกอบไปด้วยก้อนกรวดและก้อนหินปะปนอยู่ในเนื้อดิน (กลุ่มงานจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ, 2022) พืชพรรณแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ(Mixed deciduous forest) ซึ่งพบกระจายตามไหล่เขา ตั้งแต่ระดับ 300 ถึง 900 เมตร ซึ่งเป็นป่าผสมผลัดใบที่มีพันธุ์ไม้หลายชนิดผสมกัน และป่าดิบเขา(Hill Evergreen Forest)



รูปที่ 1 พื้นที่ควบคุมไฟป่า ณ พื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย

วิธีการดำเนินการวิจัย

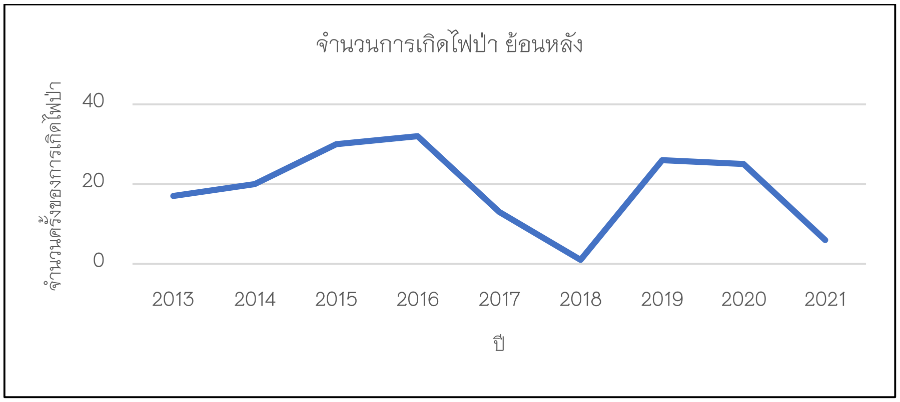
วิธีการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดเตรียมข้อมูล และการประมวลผลภาพเพื่อประเมินความรุนแรงและระดับความรุนแรงของไฟป่า และประเมินระดับการฟื้นตัวของป่าหลังเกิดไฟป่า ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ได้แก่ สถิติการเกิดไฟป่าย้อนหลัง 10 ปี ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ.2021 พื้นที่ดูแลของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 สถิติการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

2. การจัดเตรียมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 surface reflectance จาก Google earth engine ทั้งหมด 7 ปี ระหว่างปี ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2021 โดยพิจารณาช่วงเวลาก่อนและหลังของเหตุการณ์ไฟป่า ดังแสดงในตารางที่ 1 จากข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่า จากข้อมูลสถิติที่เก็บจาก สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย พบว่าการเกิดไฟป่าส่วนใหญ่เกิดขึ้นช่วงเดือน กุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จึงใช้ข้อมูลภาพถ่ายก่อนเกิดไฟป่าในเดือนมกราคมของแต่ละปี เนื่องจากมีการเผาไหม้ในช่วงกุมภาพันธ์เป็นส่วนมาก จึงนำเดือนมกราคมมาเป็นเดือนก่อนเกิดไฟป่า และ ข้อมูลภาพถ่ายหลังเกิดไฟป่าใช้ภาพเดือนพฤษภาคมของแต่ละปี เนื่องจากเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนเป็นเดือนที่เกิดไฟป่า ทั้งนี้ข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งหมดต้องผ่านกระบวนการลบเมฆ โดยการสร้าง mask clouds จากแบนด์ pixel quality band ของ Landsat 8 SR ก่อนจะนำไปใช้ในการประมวลผลภาพในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 surface reflectance ตั้งแต่ปี ค.ศ.2015 ถึง 2021

ลำดับภาพ	ปี–เดือน–วัน	แบนด์	เหตุการณ์
1	2015-01-11	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
2	2015-05-01	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
3	2016-01-14	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
4	2016-05-03	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
5	2017-01-16	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
6	2017-05-06	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
7	2018-01-03	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
8	2018-05-09	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
9	2019-01-06	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
10	2019-05-12	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
11	2020-01-09	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
12	2020-05-14	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า
13	2021-01-11	NIR และ SWIR2	ก่อนไฟป่า
14	2021-05-01	NIR และ SWIR2	หลังไฟป่า

3. การประเมินระดับความรุนแรงของไฟป่า

การประมวลผลในขั้นตอนนี้ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 surface reflectance ในแบนด์ 5 และ แบนด์ 7 ถูกนำมาคำนวณดัชนี NBR และ dNBR บนแพลตฟอร์ม Google earth engine รายละเอียดดังนี้

3.1 การคำนวณอัตราส่วนการเผาไหม้ (Normalized Burn Ratio: NBR) ค่า NBR ถูกใช้เพื่อประมาณความรุนแรงของการเผาไหม้ โดยคำนวณได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงคลื่น Near Infrared และ shortwave infrared ดังนี้สมการที่ (1)

$$NBR=\frac{NIR-SWIR2}{NIR+SWIR2} \quad \text{(สมการที่1)}$$

จากนั้นคำนวณสมการดัชนีอัตราส่วนการเผาแบบรุนแรง (dNBR) เพื่อจำแนกระดับความรุนแรงของการเกิดไฟป่า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสมการเผาไหม้ คือ ข้อมูลNBRก่อนเกิดไฟป่า และ NBRหลังเกิดไฟป่า

3.2 อัตราส่วนการเผาแบบรุนแรง (Difference Normalized Burn Ratio: dNBR) ใช้ในการแบ่งระดับความรุนแรงของไฟป่า โดยค่าระดับคะแนนอ้างอิงจาก (Key et al., 2006) ซึ่งในการคำนวณกำหนดให้ NBRpre คือค่า NBR ของภาพก่อนเกิดไฟป่า และ NBRpost คือ ค่าNBR ของภาพหลังเกิดไฟป่า ดังสมการที่ (2) ค่าของ dNBR ที่ได้ในแต่ละจุดภาพถูกนำไปแบ่งระดับความรุนแรงของการเผาไหม้ตามช่วงค่าของ dNBR ดังแสดงในตารางที่ 2

$$dNBR=NBR_{Pre}-NBR_{Post} \quad \text{(สมการที่2)}$$

ตารางที่ 2 ระดับความรุนแรงของไฟป่า กำหนดโดย USGS

ระดับความรุนแรง	**ช่วงค่าของ dNBR**
Enhanced Regrowth,high (post-fire)	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth,low (post-fire)	-0.250 to -0.101
Unburned	-0.100 to +0.99
Low Severtity	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severtity	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severtity	+0.440 to +0.659
High Severtity	+0.660 to +1.300

ที่มา: ณกร วัฒนกิจ และคณะ, 2018

3.3 การหาอัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณ (Burn Recovery Ratio: BRR) ได้จากการใช้ดัชนีอัตราการเผาไหม้ (NBR) ในการวิเคราะห์พื้นที่การฟื้นตัวของพืชพรรณ ซึ่งอัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณ หมายถึง ขนาดของการฟื้นคืนของป่าในแต่ละช่วงเวลา (Lin et al., 2006) โดยคำนวณได้จากสมการที่ (3) โดยที่NBR(t_0) คือภาพ NBR "ปีก่อนหน้าที่จะเกิดไฟป่า" NBR (t_d) คือภาพ NBR "ปีหลังจากเกิดไฟป่า"และ NBR(t_a) คือภาพ NBR “ปีที่ต้องการศึกษา” จากนั้น ค่าร้อยละของอัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณที่ได้ ถูกนำไปแบ่งระดับระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณ ดังแสดงในตารางที่ 3

$$BRR(\%)=\frac{NBR(t_a)-NBR(t_d)}{NBR(t_0)-NBR(t_d)}\times 100 \quad \text{(สมการที่3)}$$

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละของอัตราการฟื้นตัวของพืชพรรณ

ระดับการฟื้นตัวของป่า	**ช่วงค่าของ BRR (%)**
Very Poor	< 0
Poor	0 to 25
Average	25 to 50
Good	50 to 75
Very Good	75 to 100
Excellent	> 100

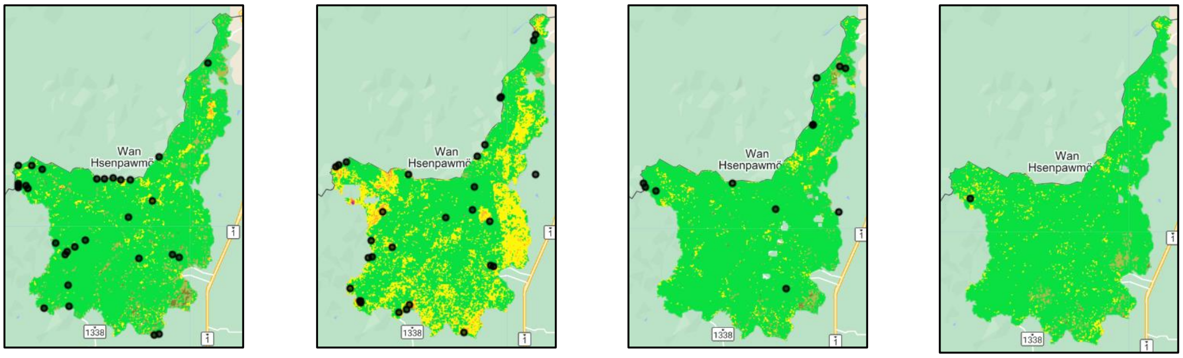
ที่มา: Schepers et al., (2014), Veraverbeke et al., (2011)

ผลการศึกษา

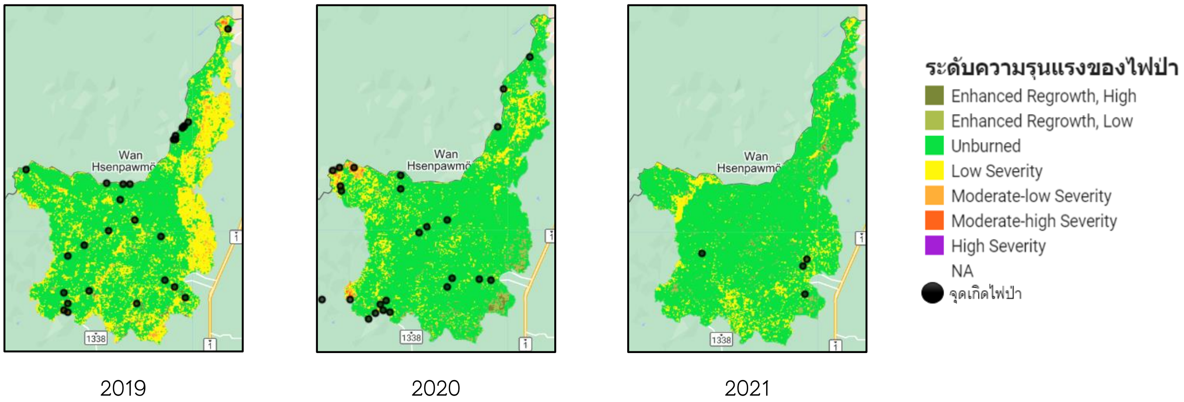
ผลการวิเคราะห์ การประเมินความรุนแรงจากการเกิดไฟป่าและการฟื้นตัวของพืชพรรณ โดยใช้ดัชนี dNBR และ BRR กรณีศึกษา ณ สถานีควบคุมไฟป่า พื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ปีค.ศ. 2015 ถึง ปี ค.ศ. 2021 โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 surface reflectance ในแบนด์5 และ แบนด์7 บนแพลตฟอร์ม Google earth engine

1. **การประเมินความรุนแรงของไฟป่า**

จากการวิเคราะห์พื้นที่เกิดไฟป่าบนแพลตฟอร์ม Google earth engine ปี ค.ศ. 2015 ถึง ปี ค.ศ. 2021 พบพื้นที่การเกิดไฟป่าซึ่งอยู่ใกล้กับชุมชน ในบริเวณตำบลห้วยไตร้ ตำบลโป่งงาม ตำบลป่งผามเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยระดับความรุนแรงของการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ไม่มีการเผาไหม้ (Unburned) คิดเป็นร้อยละ 33.01 ถึง 88.84 ของพื้นที่ และ รองลงมาคือ เผาไหม้ต่ำ(Low Severity) คิดเป็นร้อยละ 6.91 ถึง 61.46 ของพื้นที่ จากตารางที่ 4 ในปี 2018 แสดงให้เห็นว่า ปี 2018 เป็นปีที่ไม่มีการเกิดไฟป่ามากที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 145 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 88.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และปีที่เกิดไฟป่าในระดับรุนแรงต่ำ คือปี 2020 มีพื้นที่ประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 61.46 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่



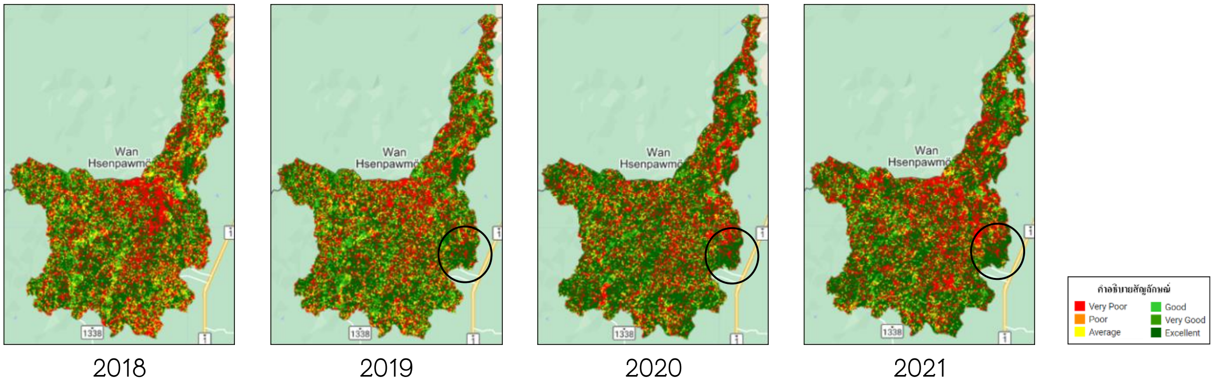
2015 2016 2017 2018



รูปที่ 4 ระดับความรุนแรงของไฟป่า(dNBR) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 ถึง ปี ค.ศ. 2021

2. **การประเมินระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณระหว่างปี ค.ศ. 2018 ถึง ปี ค.ศ. 2021**

จากการประเมินระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณบนแพลตฟอร์ม Google earth engine พบว่าพืชพรรณมีการฟื้นตัวแบบกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ที่มีการฟื้นตัวได้เด่นชัดอยู่บริเวณฝั่งขวาล่างหรือวงกลม ซึ่งอยู่ในตำบลห้วยไคร้ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับฟื้นตัวต่ำมาก(Very Poor) คิดเป็นร้อยละ 37.29 ถึง 46.74 ของพื้นที่ รองลงมาคือ ฟื้นตัวยอดเยี่ยม(Excellent) คิดเป็นร้อยละ 24.56 ถึง 28.89 ของพื้นที่ โดยปีที่มีการฟื้นตัวของพืชพรรณต่ำมากคือ ปี 2020 มีพื้นที่ประมาณ 76 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 46.74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และปีที่มีการฟื้นตัวของพืชพรรณยอดเยี่ยมคือ ปี 2021 มีพื้นที่ประมาณ 47 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 28.89 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 5



รูปที่ 5 ระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณ(BRR) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึง ปี ค.ศ. 2021

ตารางที่ 4 ระดับความรุนแรงของไฟป่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 ถึง ปี ค.ศ. 2021

Years	Enhanced regrowth, high		Enhanced regrowth, low		Unburned		Low Severity		Moderate-low Severity		Moderate-high Severity		high Severity		Total
	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)	%	Area (km^2)
2015	0.14	0.09	1.41	0.86	101.94	62.49	56.58	34.68	2.66	1.63	0.40	0.25	0.01	0.01	163.14
2016	0.05	0.03	0.78	0.48	79.60	48.79	75.63	46.36	6.37	3.90	0.69	0.42	0.03	0.02	163.14
2017	0.31	0.19	2.76	1.69	129.47	79.36	28.91	17.72	1.47	0.90	0.21	0.13	0.01	0.01	163.14
2018	0.35	0.21	5.58	3.42	144.93	88.84	11.28	6.91	0.90	0.55	0.09	0.06	0.01	0.01	163.14
2019	0.47	0.29	1.27	0.78	104.54	64.08	51.51	31.58	4.84	2.97	0.50	0.31	0.01	0.01	163.14
2020	0.02	0.01	0.36	0.22	53.86	33.01	100.27	61.46	7.74	4.75	0.86	0.53	0.03	0.02	163.14
2021	0.45	0.27	5.67	3.48	134.56	82.48	21.36	13.09	0.96	0.59	0.14	0.09	0.00	0.00	163.14

ตารางที่ 5 ระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึง ปี ค.ศ. 2021

Years	Very Poor		Poor		Average		Good		Very Good		Excellent		Total
	Area	%	Area	%	Area	%	Area	%	Area	%	Area	%	Area
2018	60.83	37.29	15.67	9.61	16.61	10.18	14.35	8.79	10.88	6.67	44.80	27.46	163.14
2019	65.04	39.88	17.87	10.95	16.97	10.40	13.22	8.10	9.97	6.11	40.07	24.56	163.14
2020	76.25	46.74	13.44	8.24	12.23	7.50	10.11	6.20	8.15	4.99	42.96	26.33	163.14
2021	73.25	44.89	12.38	7.59	11.96	7.33	10.31	6.32	8.12	4.98	47.13	28.89	163.14

นอกจากนี้ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการเผาไหม้(dNBR) กับผลการวิเคราะห์ระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณ(BRR) ในปี 2021 มาคำนวณหาร้อยละของการฟื้นตัวของพืชพรรณต่อพื้นที่ พบว่า การฟื้นตัวเป็นของพืชพรรณส่วนใหญ่เป็นการฟื้นตัวบางส่วน (Partial complete) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 81 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 49.45 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณจากระดับความรุนแรงของการเผาไหม้กับระดับการฟื้นตัวของป่า ในปี 2021

ระดับการฟื้นตัว	ค่าระดับ	พื้นที่(%)	พื้นที่ (sq.km.)
Incomplete	BRR ≤ 100%, dNBR > 0.1	8.55	13.96
Partial complete	BRR ≤ 100%, dNBR ≤ 0.1	49.45	80.68
Complete	BRR > 100%, dNBR ≤ 0.1	42	68.51
Total		100	163.14

ที่มา: burn et al., (2009)

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาครั้งนี้ ดัชนี NBR, dNBR และ BRR ในการประเมินระดับความรุนแรงของไฟป่าและระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่า โดยใช้ Google earth engine ให้ผลการศึกษาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับงานวิจัยของ จตุรงค์ สมอาจ และคณะ (2019) และ ณกร วัฒนกิจ และคณะ (2018) นอกจากนี้ผลลัพธ์จากดัชนียังชี้ให้เห็นว่า การเลือกใช้ดัชนีในการหาพื้นที่เผาไหม้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำคัญในการติดตามผลกระทบและการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่า อีกทั้งการเลือกภาพและช่วงเวลาเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากค่าการสะท้อนที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาส่งผลต่อค่าดัชนี NBR ซึ่งเป็นดัชนีตั้งต้นสำหรับการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์เพื่อประเมินความรุนแรงของไฟป่า ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ระหว่างปี 2015 ถึง 2021 พบว่าระดับความรุนแรงของการเผาส่วนใหญ่อยู่ใน 2 ระดับ คือ ไม่เผาไหม้ (Unburned) และเผาไหม้รุนแรงต่ำ (Low Severity) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับจำนวนเหตุการณ์ที่มีการเกิดไฟป่าน้อยตามข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าจากสถานีควบคุมไฟป่า ด้วยพื้นที่ศึกษามีหน่วยงานควบคุมการเกิดไฟป่า โดยมีการทำแนวกันไฟและมีการควบคุมดูแลในพื้นที่เป็นพิเศษ จึงทำให้พื้นที่ที่ไม่มีการเผาส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับสถานีควบคุมไฟป่า ส่วนพื้นที่การเผาไหม้รุนแรงต่ำส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณที่มีรอยต่อติดกับชุมชน สำหรับการประเมินระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าระหว่างปี 2018 ถึง 2021 ไม่เพียงพบว่าการฟื้นตัวของพืชพรรณส่วนใหญ่อยู่ในระดับการฟื้นตัวต่ำมาก (Very poor) อันเป็นผลมาจากการเผาไหม้รุนแรงต่ำถึงรุนแรงสูงในปี 2020 คิดเป็นร้อยละ 66.76 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ในช่วงเวลาดังกล่าว ยังพบระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าในระดับยอดเยี่ยม (Excellent) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2018 และปี 2021 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าและระดับความรุนแรงของการเผาในปีเดียวกัน ยิ่งไปกว่านั้นตั้งแต่ปี 2019 ถึง 2020 ในบริเวณพื้นที่เดียวกันมีการระดับการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าในระดับยอดเยี่ยมเป็นผลมาจากมีการฟื้นตัวต่อเนื่องของพืชพรรณตั้งแต่ปี 2019 จากการประเมินการฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ช่วงเวลา 4 ปี ส่งผลให้การฟื้นตัวของพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับฟื้นตัวต่ำมาก เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชพรรณไม่สามารถเติบโตได้สมบูรณ์ในเวลาอันสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ศึกษาพืชพรรณส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานในการฟื้นตัวของพืชพรรณ เป็นสาเหตุให้พืชพรรณในพื้นที่มีการฟื้นตัวเป็นแบบฟื้นตัวบางส่วน (Partial complete) นอกจากนี้ พื้นที่ศึกษาไม่เคยเกิดไฟป่ารุนแรงจึงทำให้พืชพรรณในพื้นที่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก จึงทำให้ยากต่อการประเมินความแตกต่างของพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้รุนแรงและการฟื้นตัวของพืชพรรณ

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาในครั้งต่อไปควรมีข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่บริเวณที่มีการฟื้นตัวของพืชพรรณสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องจากการประเมินการฟื้นฟูพืชพรรณหลังเกิดไฟป่า นอกจากนี้ระยะเวลาสำหรับการวิเคราะห์การฟื้นตัวของพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าควรมีระยะยาวตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป เพื่อให้พืชพรรณได้มีเวลาฟื้นฟูสภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ที่สนับสนุนข้อมูลในการสำรวจภาคสนามเก็บจำนวนสถิติการเกิดไฟป่าในพื้นที่ ตลอดจนอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยสั่งสอนแนะนำการศึกษาในครั้งนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ. (2022*). ดอยตุง.* จาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: https://naturalsite.onep.go.th/site/detail/22

จตุรงค์ สมอาจ, วรวิทย์ จิตรสุขขา, สาวิตรี รตโนภาส สุวรรณลี และ สุรีรัตน์ คนเพียร. (2019). การตรวจวัดพื้นที่ฟื้นฟูไฟป่าเขตอนุรักษ์ในพื้นที่จังหวัดเลย. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ).*

ณกร วัฒนกิจ และ รณกรณ์ จิ้วพรม. (2018). การประเมินการฟื้นฟูสภาพป่าหลังการเกิดไฟป่าโดยการใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกล. *การประชุมวิชาการ "ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นเรศวร ครั้งที่ 3.*

พลาย ภิรมย์. (2020). *ไฟป่าและอนาคตวิกฤตที่เกินควบคุม.* WWF & Boston Consulting Group: Fires, Forests, and the Future.

ศิริภัทร เอี่ยมละออ. (2015). *การวิเคราะห์ไฟป่าที่ส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.* วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาตรี ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมชาย โกมลคงอย. (2019). *การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ภาคเหนือ.* สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม.

Chao-Yuan Lin Chuphan Chompuchan. (2017). *Ecological Indicators*. 196-206.

Chou, W.-C., Lin, W.-T., Lin, C.-Y.. (2009). Vegetation recovery patterns assessment atlandslides caused by catastrophic earthquake: a case study in central Taiwan. Environ. *Monit*, 152, 245–257. http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0312-8

Google Earth Engine. (2020). *A planetary-scale platform for Earth science data &* analysis. Retrieved on July 15, 2021, from official website: https://earthengine.google.com

Key, C.H., Benson, N.C.. (2006). *Landscape assessment (LA): sampling and analysis methods.* In: Lutes, D.C., Keane, R.E., Caratti, J.F., Key, C.H., Benson, N.C., Sutherland, S., Gangi, L.G. (Eds.), FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System (General Technical Report RMRS-GTR-164-CD). Rocky Mountains Research Station, USDA Forest Service, pp. LA1–LA55.

Lin, W.-T., Lin, C.-Y., Chou, W.-C., 2006. Assessment of vegetation recovery and soilerosion at landslides caused by a catastrophic earthquake: a case study in CentralTaiwan. *Ecol,* 28, 79–89. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.04.005

Schepers, L., Haest, B., Veraverbeke, S., Spanhove, T., Vanden Borre, J., Goossens, R., (2014). Burned Area Detection and Burn Severity Assessment of a Heathland Fire in Belgium Using Airborne Imaging Spectroscopy (APEX). *MDPI*, 6(3), 1803-1826.

Veraverbeke, S., Lhermitte, S., Verstraeten, W.W., Goossens, R., 2011. A time-integrated MODIS burn severity assessment using the multi-temporal differenced normalized burn ratio (dNBRMT). *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf*. 13, 52–58. http://dx.doi.org/ 10.1016/j.jag.2010.06.006

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการประเมินที่ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยา

จิราวรรณ ดอนมูล[1*]และ สุเมธ คำลือ[2]

GIS Application to the Sanitary Landfill Site evaluation in Eastern of Phayao

Chirawan Donmoon[1*] and Sumethi Khamelue[2]

[1] Department of Geoinformatics, Faculty of Information and Communication Technology, University of Phayao Phayao, 56000

[2] Chiang Muan Municipality Office, Phayao, 56160

*Corresponding author: omosone09@gmail.com

Received; December 20, 2022; Revised: March 18, 2023; Accepted: March 29, 2023

บทคัดย่อ

การฝังกลบขยะมูลฝอยสามารถส่งผลกระทบทางลบหลายอย่างต่อสิ่งแวดล้อม หนึ่งในข้อพึงระวัง คือ การปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำของน้ำชะขยะมูลฝอยหรือของเหลวที่ซึมผ่านขยะ ที่สามารถบนเปื้อนได้ทั้งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน นอกจากนี้ การฝังกลบนั้นยังใช้พื้นที่จำนวนมากซึ่งอาจกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้ การอยู่อาศัยของสัตว์ป่าและอาจก่อให้เกิดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ที่ดิน การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่จังหวัดพะเยาฝั่งตะวันออกโดยอาศัยการประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อกำหนดและมาตรฐานจากกรมควบคุมมลพิษถูกนำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะ ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ด้านฝั่งตะวันตกของจังหวัดพะเยามีความเหมาะสมมากที่ในการฝั่งกลบขยะ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 637 ตร.กม. หรือประมาณ 398,380 ไร่คิดเป็นร้อยละ 16 ของพื้นที่ศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษาเป็นข้อมูลที่ใช้สนับสนุนสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาไปปรับใช้เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลในการสนับสนุนและช่วยเหลือให้แก่นักวางผังเมืองหรือผู้มีอำนาจตัดสินใจในการทำความเข้าใจพื้นที่อย่างลึกซึ้ง

คำสำคัญ: การฝังกลบขยะมูลฝอย, การคัดเลือกพื้นที่, การวิเคราะห์แบบซ้อนทับ

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] สำนักงานเทศบาลตำบลเชียงม่วน อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 56160

Abstract

Solid waste landfills can have negative impacts on the environment. One of the primary concerns is the potential for water contamination, as leachate (a liquid that has percolated through the waste) can potentially contaminate groundwater and surface water sources. Landfills can take up large amounts of land, which can impact wildlife, and wildlife habitat and cause other land use conflicts. This study aims to find a suitable area for the sanitary solid waste landfill in the Eastern of Phayao by applying the Geographic Information System (GIS). Rules and standards from Pollution Control Department (PCD) were applied to allocate a suitable area. Results show that the most suitable area in Eastern Phayao amounts 637 sq. km. or 398,380 rai is 16% of the study area. There is valuable information for planning and decision-making in solid waste landfill selection. Local Administrative Organizations and related organizations use the results as a source of information to support and help the urban planner or decision maker to understand a location deeply.

Keywords: Solid waste landfill, Site selection, Overlay analysis

บทนำ

จังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (Municipal solid waste) เนื่องจากการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ปัญหานี้ มักจะเกิดขึ้นกับชุมชนขนาดใหญ่ มีปริมาณขยะจำนวนมาก หน่วยงานที่รับผิดชอบ (เทศบาลหรือองค์กรบริหารส่วนตำบล (อบต.)) มักอาศัยการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากชุมชนไปกำจัดในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ด้วยวิธีเทกองกลางแจ้ง (Open dump) หรือฝัง-กลบ (Landfill) (กรมควบคุมมลพิษ, 2565). วิธีการนี้แม้จะมีการล้อมรั้วเพื่อกำหนดและจำกัดขอบเขตบริเวณพื้นที่ เพื่อป้องกันปัญหาขยะปลิวออกนอกพื้นที่หรือขยะล้นทะลักออกนอกพื้นที่ แต่ก็มักจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อวิถีชุมชนในรูปแบบอื่น อาทิเช่น ปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น (Odor) ปัญหาน้ำชะขยะ (Leachate) ไหลลงสู่พื้นที่ของคนในชุมชน รวมถึงปัญหาแมลงวันรบกวนอย่างมาก เนื่องจากพื้นที่กำจัดขยะเหล่านั้นมักอยู่ไม่ไกลจากชุมชนมากนัก จึงมักพบการร้องเรียนถึงผลกระทบของพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยหลายแห่งในพื้นที่ของจังหวัดพะเยา (ภานุพันธ์ ไพฑูรย์, 2563) แนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่นำมาใช้มีทั้งการเปลี่ยนรูปแบบการกำจัดขยะจากการฝังกลบเป็นการเผาหรือแปรรูปขยะไปเป็นปุ๋ยหมัก แต่ก็ยังไม่นิยมใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากต้องมีการลงทุนจำนวนมากทั้งในส่วนของงบประมาณ การพัฒนาองค์ความรู้ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของคนในชุมชน เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง กฎระเบียบต่าง ๆ ของการดำเนินงานซึ่งอุปสรรคที่สำคัญที่ต้องอาศัยเวลา บุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญและงบประมาณจำนวนมาก

จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยา ทำให้ในหลายพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยามีปริมาณขยะเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ฝังกลบเดิมที่ทางหน่วยงานผู้รับผิดชอบดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยต้องเร่งหาพื้นที่ฝังกลบใหม่เพื่อรองรับปริมาณขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต การศึกษาครั้งนี้จึงได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System – GIS) มาปรับใช้เพื่อการประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสมทางกายภาพสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน (Municipal solid waste) โดยอาศัยหลักเกณฑ์จากกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552; กรมควบคุมมลพิษ, 2563; กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

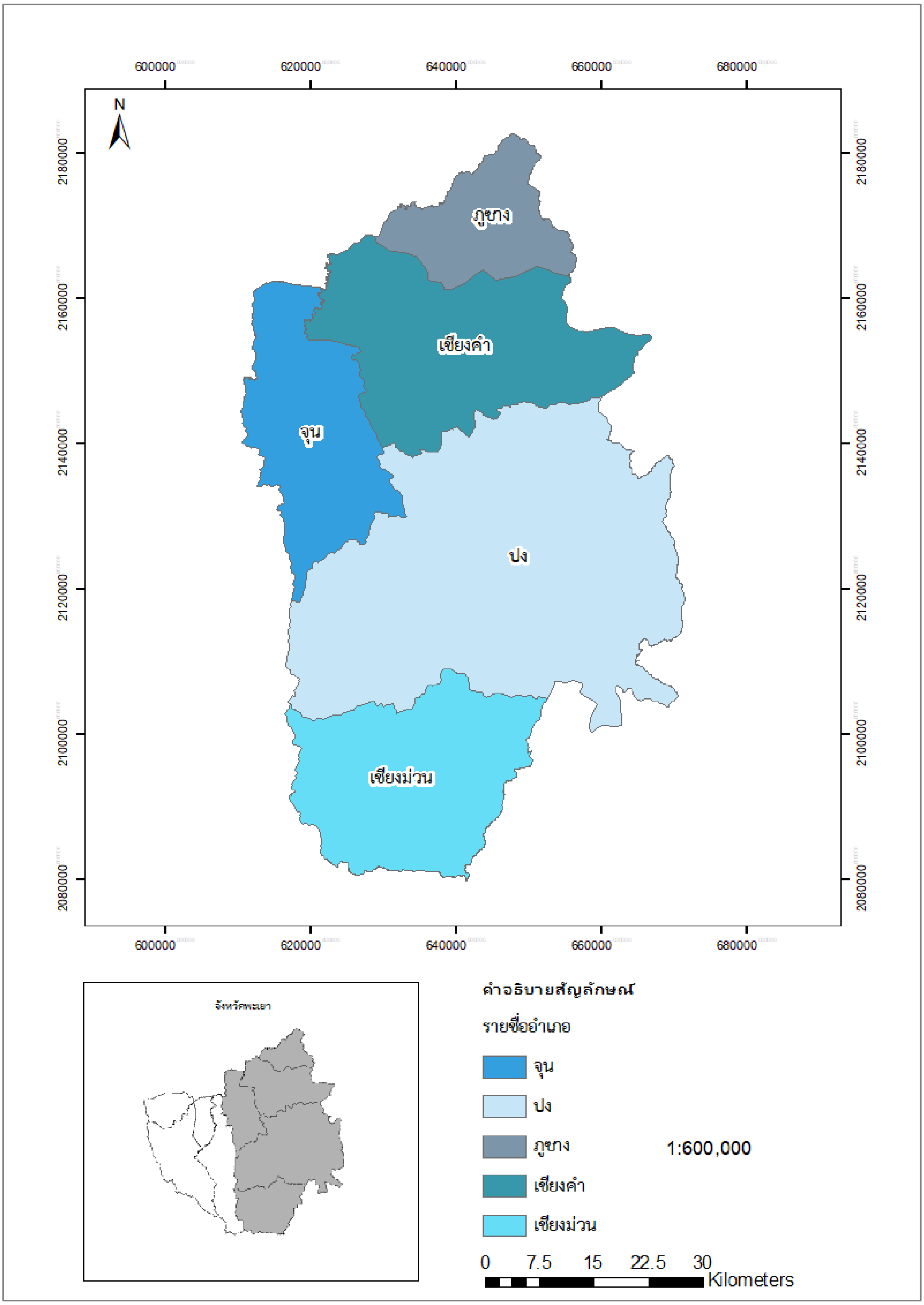
ที่เป็นหน่วยงานที่กำกับดูแลโดยตรงและมีหน้าที่ตามกฎหมายในการออกระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ เกี่ยวกับการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill) เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผน การตัดสินใจให้แก่ผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลที่เกี่ยวข้องในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะ ตลอดจนส่งเสริมให้เกิดการตระหนัก การรับรู้ถึงข้อดีและความสามารถของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการช่วยสนับสนุนการวางแผน การบริหารและการตัดสินใจที่ช่วยส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การสนับสนุนการทำงานในยุคเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital transformation) ตลอดจนส่งเสริมความโปร่งใส (Transparency) และการตรวจสอบได้ของข้อมูลที่ผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม โดยมุ่งหวังผลประโยชน์ของส่วนรวมและเป็นการดำเนินการภายในกรอบของกฎหมาย ความเหมาะสมทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล พื้นที่จังหวัดพะเยาฝั่งตะวันออก

พื้นที่ศึกษา

จังหวัดพะเยาฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอจุน ปง ภูซาง เชียงคำและเชียงม่วน เป็นอำเภอที่อยู่ห่างจากเส้นทางคมนาคมหลักหรือถนนสายประธานของประเทศ (ถนนพหลโยธิน) ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ คือ พื้นที่ป่าไม้และการเกษตรโดยบางส่วนของพื้นที่ดังกล่าวเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำยม ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดละติจูด (Latitude) ที่ 18° 48' 21.44" ถึง 19° 44' 9.82" องศาเหนือ และลองจิจูด (Longitude) ที่ 100° 3' 2.04" ถึง 100° 37' 44.34" องศาตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 1 ขอบเขตอำเภอพื้นที่จังหวัดพะเยาฝั่งตะวันออก

วิธีการศึกษา

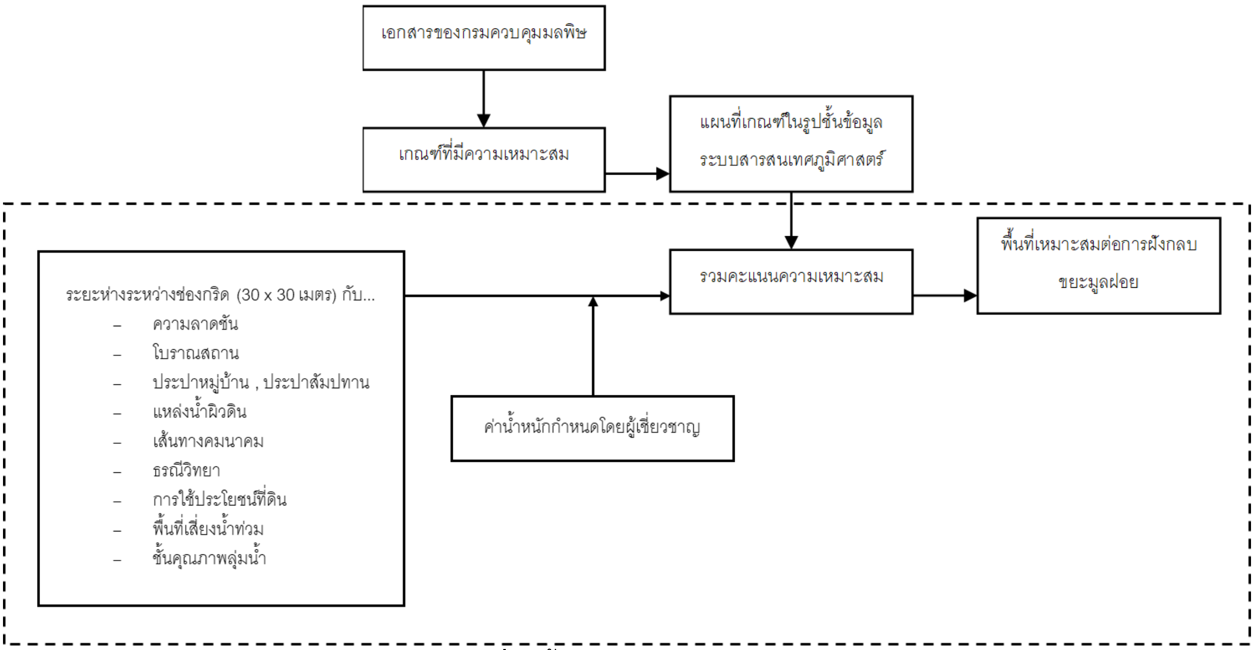
การศึกษาครั้งนี้เริ่มจากการค้นคว้า รวบรวมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด หลักการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะทางกายภาพ ระเบียบ ข้อบังคับทางกฎหมายและเอกสารเผยแพร่ของกรมควบคุมมลพิษ (2565) และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกและประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล

เมื่อได้เกณฑ์หรือปัจจัยทางกายภาพที่จำเป็นต้องใช้ในการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมฯ แล้วจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการปรับแปลงให้อยู่รูปแบบไฟล์ข้อมูลแรสเตอร์ (Raster Data) ที่มีขนาดจุดภาพเท่ากับ 30 เมตรและอาศัยกระบวนการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay analysis) เพื่อทำการสร้างข้อมูลแผนที่ผสม (Composited map) ที่มีการคิดคำนวณค่าความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยค่าความเหมาะสมฯ สามารถคำนวณได้จากการหาผลคะแนนรวม (Total score; Y) ที่ได้จากการคูณค่าคะแนน (X) และค่าน้ำหนัก (W) ของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Malczewski, J., 1999). ดังสมการที่ 1 ดังนี้

$$Y = W_1X_1 + W_2X_2 + \cdots + W_nX_n \qquad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ Y	คือ	ค่าความเหมาะสมของจุดภาพ(หรือพื้นที่)
W_i	คือ	ค่าคะแนนของปัจจัย
X_i	คือ	ค่าน้ำหนักของปัจจัย

เกณฑ์ปัจจัยทางกายภาพเบื้องต้นประกอบด้วย 9 ชั้นข้อมูลได้แก่ 1) ความลาดชันของพื้นที่ 2) ที่ตั้งแหล่งโบราณสถาน 3) แหล่งประปาหมู่บ้าน/ชุมชน 4) แหล่งน้ำผิวดิน 5) เส้นทางคมนาคม 6) ข้อมูลธรณีวิทยา 7) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 8) ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 9) ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ และ 10) ข้อมูลแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งไม่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากแหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยามีความลึกมากกว่า 5 เมตร โดยขั้นตอนการดำเนินการศึกษาสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 ดังนี้



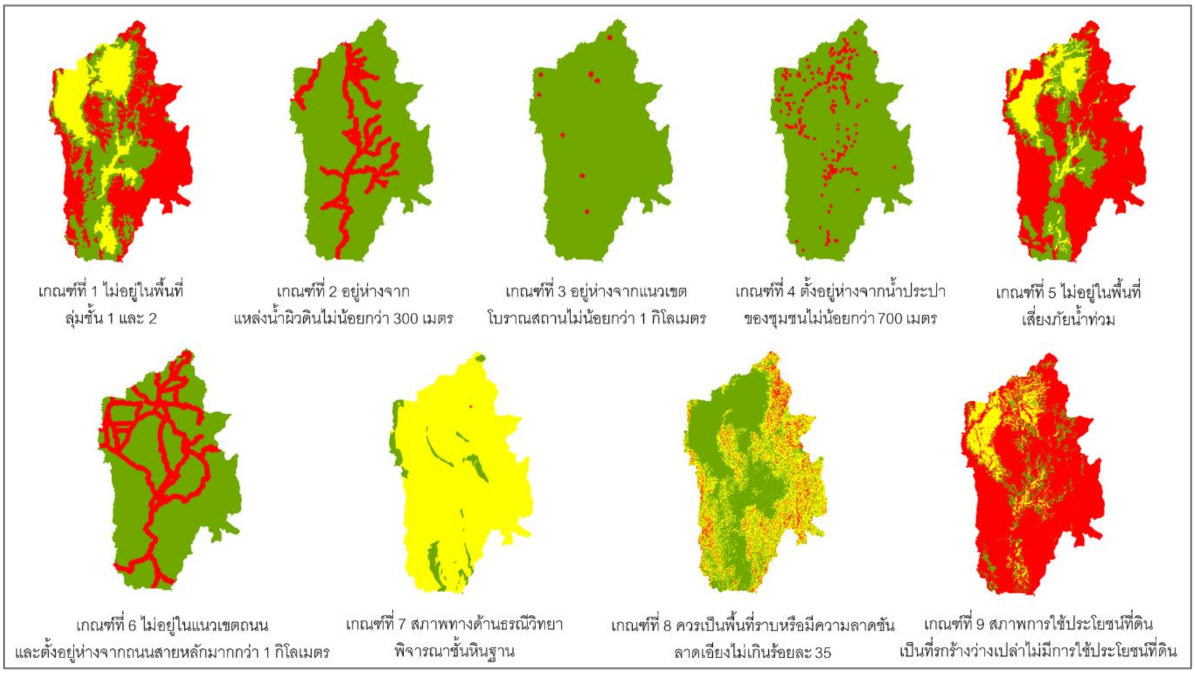
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยจะอาศัยค่าที่เหมาะสมจากงานวิจัยในอดีต (สุภาวดี น้อยน้ำใส และคณะ, 2560) ดังแสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าคะแนนของเกณฑ์ปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ปัจจัย	ระดับการจำแนกข้อมูล	ค่าคะแนน
1. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Basin quality)	พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 และ 2	0
	พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 5	4
	พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 3 และ 4	8
2. โบราณสถาน (Historic site)	ระยะห่างน้อยกว่า 1,000 เมตร	0
	ระยะห่างมากกว่า หรือเท่ากับ 1,000 เมตร	8
3. ประปา (Water supply)	ระยะห่างน้อยกว่า 700 เมตร	0
	ระยะห่างมากกว่าหรือเท่ากับ 700 เมตร	8
4. แหล่งน้ำผิวดิน (Water body) และเส้นทางน้ำ (Streams)	ระยะห่างน้อยกว่า หรือเท่ากับ 300 เมตร	0
	ระยะห่างมากกว่า 300 เมตร	8
5. เส้นทางคมนาคม (Transportation)	ระยะห่างน้อยกว่า 1,000 เมตร	4
	ระยะห่างมากกว่า หรือเท่ากับ 1,000 เมตร	8
6. สภาพทางธรณี (Geology)	พื้นที่ชั้นน้ำ	0
	พื้นที่ชั้นหินตะกอนและหินแปร	4
	หินอัคนี	8
7. ความลาดชัน (Slope)	ความลาดชันร้อยละ 35 ขึ้นไป	0
	ความลาดชันร้อยละ 16 – 35	6
	ความลาดชันร้อยละ 0 – 15	8
8. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	พื้นที่แหล่งน้ำ, พื้นที่ลุ่ม, พื้นที่ชุมชน และพื้นที่ป่าไม้	0
	พื้นที่นาข้าว	6
	พื้นที่ปลูกพืชสวน และปลูกพืชไร่	8
9. พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flooding)	พื้นที่ที่เสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง, พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูง, พื้นที่ลาดเชิงซ้อนและแหล่งน้ำจัด	0
	พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมต่ำ	8

แหล่งที่มา: อ้างอิงจากการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลในจังหวัดอุตรดิตถ์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, ปี; 2560



ภาพที่ 3 แสดงแผนที่แต่ละปัจจัย

ตารางที่ 2 ค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าถ่วงน้ำหนัก (Normalize)
1. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Basin quality)	1.00	0.122
2. โบราณสถาน (Historic site)	1.00	0.122
3. ประปา (Water supply)	2.00	0.244
4. แหล่งน้ำผิวดิน (Water body) และเส้นทางน้ำ (Streams)	2.00	0.244
5. เส้นทางคมนาคม (Transportation)	0.50	0.061
6. สภาพทางธรณี (Geology)	0.50	0.061
7. ความลาดชัน (Slope)	0.50	0.061
8. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	0.50	0.061
9. พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flooding)	0.20	0.024
รวม	**8.20**	**1.000**

แหล่งที่มา: ดัดแปลงจากการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลในจังหวัดอุตรดิตถ์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, ปี; 2560 และคำนวณจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ 1 คน

การจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่นั้นจะพิจารณาจากค่าคะแนนรวมที่ได้จากทุกเกณฑ์ปัจจัยผ่านการวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay Analysis) เพื่อหาคะแนนรวมของพื้นที่จากทุกเกณฑ์ปัจจัย หลังจากนั้นจะทำการกำหนดระดับชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย ระดับความเหมาะน้อย ความเหมาะสมปานกลางและความเหมาะสมมาก โดยค่าช่วงของระดับความเหมาะสมสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 2 ดังนี้

ช่วงห่างของชั้นความเหมาะสม = ค่าเฉลี่ยความเหมาะ – ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสม สมการที่ 2

หลังจากนั้นจะทำการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล พร้อมคำนวณขนาดพื้นที่ของแต่ละระดับความเหมาะสมรายอำเภอเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ประกอบการสนับสนุนการตัดสินใจในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์และประเมินหาพื้นที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องผ่านการคัดกรอง (Filtering) พื้นที่เหมาะสมตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของกรมควบคุมมลพิษ (2565) ที่กำหนดไว้ดังนี้

1) พื้นที่เหมาะสมต้องไม่อยู่ในเขตพื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1A, 1B และ 2 (เนื่องจากเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร)
2) ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตโบราณสถานไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร
3) ตั้งอยู่ห่างจากน้ำประปาของชุมชนไม่น้อยกว่า 700 เมตร
4) ไม่อยู่ในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินและพื้นที่ชุมน้ำและห่างออกไป 300 เมตร
5) ไม่อยู่ในแนวเขตถนนและตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลักมากกว่า 1 กิโลเมตร
6) สภาพทางด้านธรณีวิทยา พิจารณาชั้นหินฐาน ว่ามีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของปริมาณมูลฝอยที่จะบดอัดและฝังกลบ และไม่ควรตั้งอยู่ใกล้บริเวณรอยเลื่อนของเปลือกโลก
7) เป็นพื้นที่ราบหรือมีความลาดชันลาดเอียงไม่เกินร้อยละ 35
8) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่รกร้างว่างเปล่าไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน
9) ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

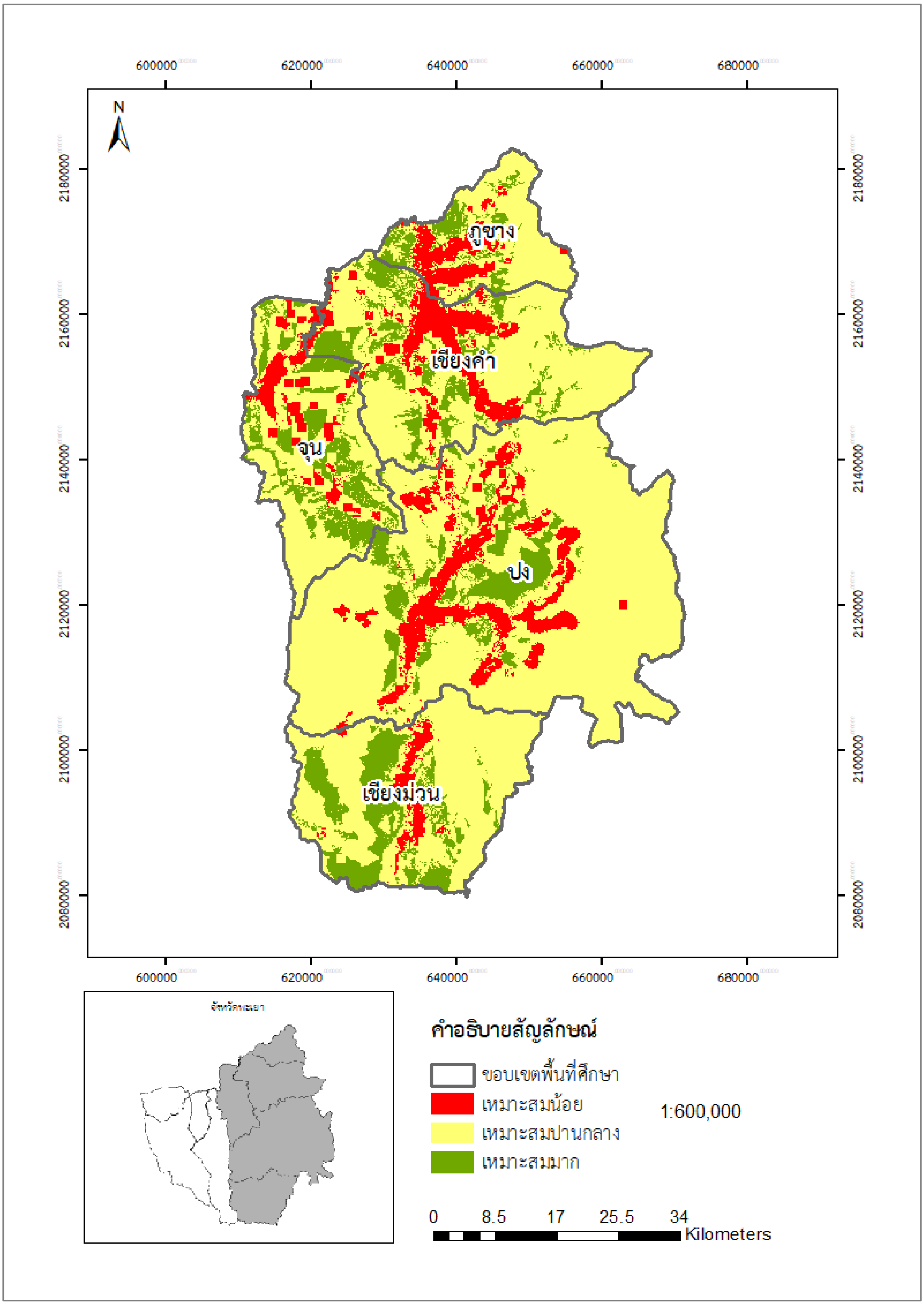
ผ่านการสร้างหน้ากาก (Masking) เชิงตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาเสียก่อน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลส่วนที่ผ่านเกณฑ์ข้อบังคับดังมาทำการวิเคราะห์และประเมินหาพื้นที่เหมาะสมด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay analysis) ด้วยโปรแกรม QGIS

ในส่วนของพื้นที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลในพื้นที่จังหวัดพะเยาฝั่งตะวันออกนั้นหากพิจารณาจากขนาดพื้นที่ศึกษาที่มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้นประมาณ ประมาณ 3,967 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,479,701 ไร่ สามารถแบ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลออกได้เป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย (Marginally suitable) หรือพื้นที่มีข้อจำกัดจะมีเนื้อที่ประมาณ ประมาณ 517 ตารางกิโลเมตร หรือ 323,588 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากมีเขตชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่ป่ากระจายตัวอยู่ตอนกลางของแต่ละอำเภอในพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ระดับความเหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable) มีเนื้อที่ประมาณ 2,814 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,098 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 71 ของพื้นที่ศึกษา ในขณะที่พื้นที่ที่มีค่าระดับความเหมาะสมมาก (Highly suitable) ที่สามารถใช้เป็นพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลและเป็นไปตามเงื่อนไขความเหมาะสมตามเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ จะมีเนื้อที่รวมประมาณ 637 ตารางกิโลเมตร หรือ 398,380 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

โดยการกระจายตัวจะอยู่ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ในแต่ละอำเภอ ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นหลัก โดยสามารถเรียงลำดับตามขนาดพื้นที่ได้ (มากไปน้อย) คือ อำเภอปง ประมาณ 163 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นจำนวนประมาณ 101,844 ไร่ อำเภอเชียงม่วน ประมาณ 160 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 100,115 ไร่ อำเภอจุน 137 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 85,765 ไร่ อำเภอเชียงคำ ประมาณ 125 ตารางกิโลเมตร หรือ 78,338 ไร่ และอำเภอภูซาง 50 ตารางกิโลเมตร หรือ 31,563 ไร่ ตามลำดับ ขนาดพื้นที่และระดับความเหมาะสมของพื้นที่ในอำเภอต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3 และแผนที่ภาพแสดงตำแหน่งและการกระจายตัวของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยภายในพื้นที่อำเภอฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยา

อำเภอ	**จำนวนเนื้อที่แต่ละระดับความเหมาะสม (ตารางกิโลเมตร)**			
	น้อย	**ปานกลาง**	**มาก**	**รวม**
เชียงคำ	136.30	506.91	125.34	768.55
	(18 %)	(66 %)	(16 %)	(100 %)
เชียงม่วน	39.39	469.96	160.18	669.53
	(6 %)	(70 %)	(24 %)	(100 %)
ปง	208.28	1,332.08	162.95	1,703.31
	(12 %)	(78 %)	(10 %)	(100 %)
จุน	70.62	315.65	137.22	523.49
	(13 %)	(60 %)	(26 %)	(100 %)
ภูซาง	63.12	187.76	50.50	301.38
	(21 %)	(62 %)	(17 %)	(100 %)
รวม	**517.74**	**2,812.37**	**636.20**	**3,966**
	(13 %)	**(71 %)**	**(16 %)**	**(100 %)**



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะครั้งแรกโดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญทั้งหมด 10 ปัจจัย ซึ่งผลการวิเคราะห์ เมื่อใช้ 10 ปัจจัยแรก พบว่าปัจจัยด้าแหล่งน้ำใต้ดินไม่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากแหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของจังหวัดพะเยามีความลึกมากกว่า 5 เมตร จึงได้ทำการตัดปัจจัยและปรับเปลี่ยนปัจจัยให้เหลือเพียง 9 ปัจจัย

จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบ โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญทั้งหมด 9 ปัจจัย จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ความเหมาะสมมากที่สุด มีพื้นที่ 397,626 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ซึ่งพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของแต่ละอำเภอ โดยห่างจากเขตชุมชนและแหล่งน้ำผิวดินมากกว่า 300 เมตรขึ้นไป ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขัง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุมพล วิเชียรศิลป์ ณัฐพล วงษ์รัมย์ และชลาวัล วรรณทอง (2558) ที่ศึกษาเรื่องการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอยในอำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยจะเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน แหล่งน้ำ และไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเช่นเดียวกัน

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นที่ฐานที่สำคัญในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับการฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล ภายใต้เกณฑ์ทางกายภาพ เงื่อนไข ระเบียบและข้อกำหนดตามกฎหมายตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ ทุกประการ หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการดูแล บริหารจัดการขยะชุมชน (เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล หรือองค์การบริหารส่วนตำบล) สามารถนำแนวทางการศึกษาและการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมดังกล่าวไปปรับกับพื้นที่ของตนเองได้เป็นอย่างดี

การประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในครั้งนี้จะช่วยให้ผู้ที่สนใจหรือทำงานเกี่ยวกับข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial data) ได้เห็นถึงประโยชน์ จุดเด่นและความมีประสิทธิภาพของเทคโนโลยี อันช่วยส่งเสริมให้เป็นที่รับรู้ รู้จักและการประยุกต์ใช้งานสำหรับงานประยุกต์อื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (การประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมหรืออัคคีภัย) หรืองานสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม (การประเมินหาพื้นที่เสี่ยงการเกิดโรคระบาดหรือโรคประจำฤดู) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2565). *ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองพะเยา. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. สืบค้นจาก https://thaimsw.pcd.go.th/service/uploads/report-waste-file/337d73e0-160d-4085-8a78-6d040af9c4ce.pdf เมื่อ 15/11/2565.

ภานุพันธ์ ไพฑูรย์. (2563). รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย โดยชุมชนมีส่วนร่วม เพื่อสร้างสังคมสุขภาวะ ตำบลท่าวังทอง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. *มหาราชนครศรีธรรมราชเวชสาร,4*(1),11-29.

กรมควบคุมมลพิษ. (2552). การกำจัดขยะมูลฝอย แบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/publication/4995.

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). *หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ การออกแบบก่อสร้างและการจัดการสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชน โดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล*, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/garbage/หลักเกณฑ์ในการคัดเลือก-2.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). *คู่มือ การวางแผนบริหารจัดการของเสียอันตรายจากชุมชนสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น,* กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/06/pcdnew-2020-06-10_07-14-46_274861.pdf.

Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

สุภาวดี น้อยน้ำใส, ปิยะดา วชิระวงศกร. (2560). การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลในจังหวัดอุตรดิตถ์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25*(3).77-88.

จุมพล วิเชียรศิลป์, ณัฐพล วงษ์รัมย์ และชลาวัล วรรณทอง. (2558). การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอย: กรณีศึกษาอำเภอลำปลายมาศ จังหวัด*บุรีรัมย์. รมยสารี, 13*(2). 19-32.

การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ธัญญารัตน์ กะบัง[1] และ รังสรรค์ เกตุอ๊อต[1*]

Assessment of Water Budget and Demand for Agriculture in Ban Klang Subdistrict, Lom Sak District, Phetchabun Province

Thanyarat Kabang[1] and Rangsan Ket-ord[1*]

[1] Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[*] Corresponding author: rangsank@gmail.com

Received; January 5, 2023; Revised: April 3, 2023; Accepted: April 10, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พร้อมเสนอแนวทางรูปแบบการปลูกพืชให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุน วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การประเมินปริมาณน้ำต้นทุน (water budget) จากปริมาณน้ำท่า (R) ด้วยสมการ R = PCA โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 30 ปี (P) สถานีอุตุนิยมวิทยาหล่มสัก จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (C) จากกรมพัฒนาที่ดิน และขนาดพื้นที่ศึกษา (A) ร่วมกับการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (ET) จากสมการ ET = Kc * ETP ประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และค่าศักยภาพระเหยน้ำของพืชหรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP) จากนั้นทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือน เพื่อวิเคราะห์ความเพียงพอหรือความไม่เพียงพอของปริมาณน้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ตำบลบ้านกลางมีปริมาณน้ำต้นทุน รวม 116,867.68 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในขณะที่มีปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมรวม 328,532.06 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 211,664.38 ลูกบาศก์เมตรต่อปี เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่า มีเพียง 2 เดือนที่ปริมาณน้ำต้นทุนมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คือ เดือนสิงหาคมและเดือนพฤษภาคม โดยมีปริมาณน้ำส่วนเกินอยู่ที่ 4,230,614 และ 3,766,929 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ สำหรับเดือนที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณมากที่สุดคือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และกุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ที่ 49,286,849 , 42,701,630 , 35,270,463 และ 26,144,015 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการปลูกพืชให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุน และอาจปรับระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ต่อไป

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำต้นทุน, ความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม, ตำบลบ้านกลาง

---

[1] ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract

The purpose of this study was to assess the water budget and demand for agricultural areas in Ban Klang subdistrict, Lom Sak district, Phetchabun province, and along with suggesting guidelines for adjusting the planting pattern in accordance with the amount of water budget. The methods of this study consist of estimated water budget from runoff volume (R) by equation R = PCA using 30-year average monthly rainfall data (P), runoff coefficient from land use data (C) and the study area size (A). Then, the plant water demand (ET) was analyzed from the equation ET = Kc * ETP consisted of the plant water use coefficient (Kc) and the evaporative potential of the plant or reference plant water use (ETP). Then, compare the cost of water budget with the amount of monthly water demand and to analyze the sufficiency or insufficiency of water for agriculture in the area.

The results showed that Ban Klang subdistrict has a total cost of water budget 116,867,68 m3 per year, while the total agricultural water demand is 328,532,06 m3 per year, accounted for approximately 211,664,38 m3 of water per year. When considering on a monthly basis, it found that only 2 months the amount of water budget was higher than the amount of water needed for agriculture was August and May with excess water at 4,230,614 and 3,766,929 m3, respectively. For the month when the amount of water budget less than the amount of water required for agriculture, accounted for the largest volumes were October, November, December and February. The results of this study can be used to plan planting according to the amount of water budget and to adjust the planting system to suit the limited amount of water available.

Keywords: Water Budget, Demand for Agriculture, Ban Klang Subdistrict

บทนำ

ฤดูแล้ง (dry season) เป็นนิยามที่มักใช้ในเขตร้อน เป็นช่วงที่มีอากาศแห้งและมีฝนตกน้อย มักอยู่ในช่วงตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนมีนาคม ในช่วงต้นของฤดูแล้งปริมาณหยาดน้ำฟ้าโดยรวมจะลดลงเป็นอย่างมากและแทบจะไม่มีหยาดน้ำฟ้าเลยในช่วงกลางฤดูแล้งจนกว่าจะถึงช่วงต้นฤดูฝนอีกครั้ง สภาพอากาศที่เห็นได้ชัดคือ ลักษณะฟ้าโปร่ง แดดแรง ความชื้นต่ำ มีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่า 60 มิลลิเมตร ส่วนอุณหภูมินั้นขึ้นอยู่กับละติจูดและทิศทางของลมประจำฤดูที่พัดเข้ามาในเขตนั้นๆ ทำให้ช่วงฤดูแล้งมักมีปัญหาด้านน้ำสำหรับอุปโภคบริโภค และกระทบกับการเกษตร เนื่องจากการระเหยของน้ำอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีหยาดน้ำฟ้าใหม่เข้ามาทดแทนหรือทดแทนน้อย (M. C. Peel, B. L. Finlayson, and T. A. McMahon, 2020 อ้างใน กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) สำหรับภัยแล้ง คือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อชุมชน หรืออาจเรียกว่า ฝนแล้ง ภัยแล้งในประเทศไทยมีผลกระทบต่อเกษตรกรรม โดยเป็นภัยแล้งในช่วงฤดูแล้งดังที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งภัยแล้งที่เกิดจากขาดฝนหรือฝนแล้งในช่วงฤดูฝนและสภาวะเกิดฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนต่อเนื่องถึงเดือนกรกฎาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564)

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ประสบกับปัญหาภัยแล้งเป็นประจำ โดยเฉพาะในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2562-2563 จากสภาวะฝนทิ้งช่วง ร่วมกับปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) ในระดับภูมิภาค ทำให้จังหวัดเพชรบูรณ์ต้องประสบกับภัยแล้งที่มีความรุนแรงมากที่สุดในรอบ 20 ปี ทางจังหวัดได้ประกาศเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้ง จำนวน 6 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอน้ำหนาว หล่มเก่า หล่มสัก เมืองเพชรบูรณ์ หนองไผ่ และอำเภอศรีเทพ (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2563) ในขณะที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ระบบ

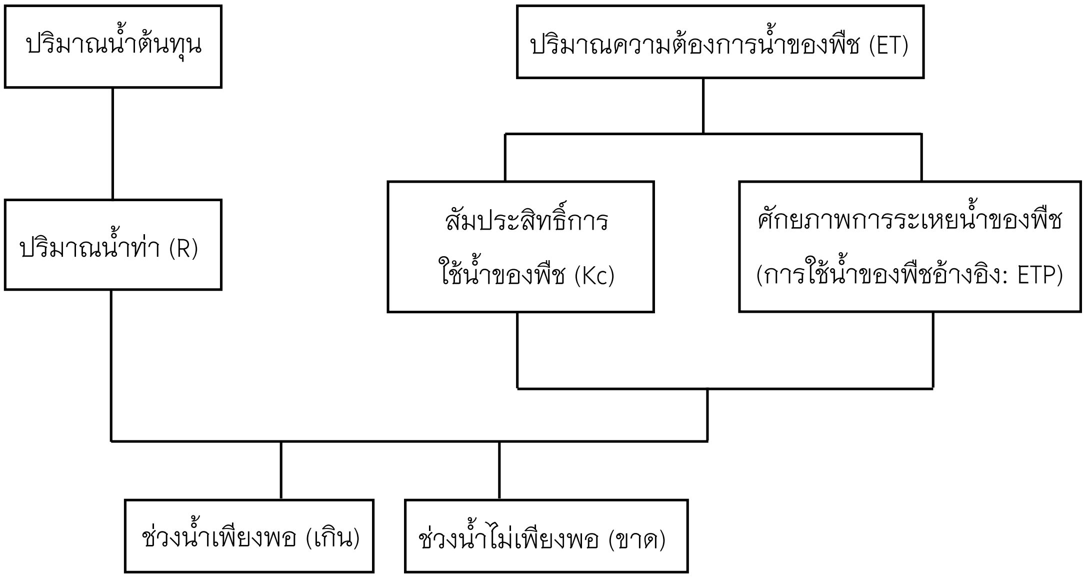
เกษตรกรรมในพื้นที่ต้องพึ่งพาปริมาณน้ำจากน้ำฝนเป็นหลัก และมักประสบปัญหาภัยแล้งอยู่เป็นประจำ รูปแบบการเพาะปลูกในพื้นที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ประกอบด้วย ข้าว (นาปี) ข้าวโพด ถั่วเขียวผิวมัน ผักชนิดต่าง ๆ และมะขาม เป็นต้น (องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกลาง, 2565) ดังนั้น การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณการใช้น้ำของพืชจากปฏิทินการเพาะปลูกร่วมกับวิธีการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะช่วยให้ทราบถึงความเพียงพอของปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการปลูกพืชให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุน และอาจปรับระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

2. เพื่อศึกษาสมดุลน้ำเชิงพื้นที่ระหว่างปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน สำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก กรมวิชาการเกษตร และองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกลาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนรอบ 30 ปี สถานีอุตุนิยมวิทยาอำเภอหล่มสัก ปี พ.ศ. 2535 – 2564 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา

1.1.2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอำเภอหล่มสัก ปี พ.ศ. 2562 จาก กรมพัฒนาที่ดิน

1.1.3 ข้อมูลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกพืช ปี พ.ศ. 2564/65 จากสำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก

1.1.4 ข้อมูลด้านวิชาการเกี่ยวกับหลักการให้น้ำชลประทานกับพืช โดยกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

1.1.5 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของตำบลบ้านกลาง โดยองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกลาง ปี พ.ศ. 2565

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น คำนวณค่าทางสถิติพื้นฐาน แล้วนำเข้าข้อมูลที่อ้างอิงตำแหน่งเชิงพื้นที่เข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อเตรียมการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน

ปริมาณน้ำต้นทุน (water budget) หมายถึง น้ำที่มีการเก็บรักษาอยู่ภายในระบบหรือวัฏจักรอุทกวิทยา หรือน้ำที่กักเก็บอยู่บนผิวดินหรือน้ำท่า เป็นกรอบที่ใช้ในการอธิบายการใช้น้ำและผลผลิตที่ได้จากน้ำในพื้นที่สะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์น้ำในปัจจุบันและนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำได้ (ทัศวรรณ หานุภาพ, 2556) ส่วนปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (consumptive use หรือ evapotranspiration) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ประกอบขึ้นด้วย 2 ส่วน คือ การคายน้ำ (transpiration) และการระเหย (evaporation) ซึ่งผลรวมของทั้งสองส่วนนี้เรียกว่า การคายระเหย (evapotranspiration) (ธรรมนูญ แก้วคงคา, 2549)

การประเมินประมาณน้ำต้นทุน จะพิจารณาจากองค์ประกอบของน้ำต้นทุน ได้แก่ ปริมาณน้ำท่ากับปริมาณน้ำใต้ดิน ทั้งนี้ปริมาณน้ำต้นทุนในการศึกษานี้พิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำท่าเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมในตำบลบ้านกลางส่วนใหญ่ใช้น้ำผิวดินเป็นหลัก (น้ำฝน น้ำในลำธาร) มีเพียงบางส่วนที่ใช้น้ำใต้ดิน และจากข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล พบว่า บ่อน้ำบาดาลในตำบลบ้านกลางที่ขึ้นทะเบียนกับหน่วยงานรัฐมีจำนวนทั้งสิ้น 15 บ่อ ซึ่งส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ส่วนบ่อน้ำบาดาลในส่วนที่ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ยังมีอยู่อีกจำนวนหนึ่ง ดังนั้น การศึกษานี้จึงไม่ได้นำข้อมูลน้ำใต้ดินมาพิจารณาเป็นน้ำต้นทุน

$$\text{Water Budget} = R + SW \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

โดยที่ Water Budget = ปริมาณน้ำต้นทุน

R = ปริมาณน้ำท่า

SW = ปริมาณน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำท่า (R) สามารถประเมินได้โดยการวิเคราะห์จากปริมาณฝนที่ตกมาในพื้นที่จากกระบวนการหมุนเวียนของน้ำในบรรยากาศ (water cycle) โดยที่ฝนตกลงมาไม่สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำท่าได้ทั้งหมด เพราะมีการสูญเสียเกิดขึ้นในขณะที่ฝนตก ได้แก่ การกักเก็บบนต้นไม้ การซึมลงดิน และการระเหย เป็นต้น ทั้งนี้ในการประเมินน้ำท่าพบว่ามีอยู่หลายวิธี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ ความเหมาะสมระยะเวลาในการประเมิน รวมไปถึงขนาดพื้นที่ การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำมีแบบจำลองการประเมินน้ำท่าที่นิยมใช้ เรียกว่า SCS (Soil Conservation Services) (ทัศวรรณ หานุภาพ 2556) พัฒนาโดยนักวิจัยจากประเทศสหรัฐอเมริกา ดังสมการต่อไปนี้

$$R = PCA \qquad \text{(สมการที่ 2)}$$

โดยที่ P = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำ (ลบ.ม.)
C = สัมประสิทธิ์น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ
A = ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.ม.)
R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./ตร.ม./ปี)

2.2 การศึกษาปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (ET)

ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช คือปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโตและการคายระเหย ประกอบด้วยการคายน้ำของพืชและการระเหยน้ำจากผิวดินในพื้นที่ปลูกพืชตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตจนถึงระยะการให้ผลผลิตของพืชที่ปราศจากโรคและแมลงรบกวน ในพื้นที่ขนาดใหญ่ภายใต้สภาพที่ไม่มีข้อจำกัดของน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดินในทุกๆด้าน และพืชให้ผลผลิตที่สูงสุดสำหรับพื้นที่ในฤดูกาลนั้นๆ (Food and Agiculture Organization of the United Nations, 1998; Doorenbos and Prutt, 1997 อ้างใน อนิรุจน์ คำนล, 2561)

ในการประเมินค่าความต้องการใช้น้ำ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการแรกเป็นวิธีการประเมินค่าโดยการวัดโดยตรง จะมีข้อดี คือ การวัดผลได้อย่างแม่นยำถูกต้องและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ส่วนข้อจำกัด คือ สามารถสามารถวัดได้เฉพาะพื้นที่เท่านั้น อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายการดำเนินการสูงและใช้เวลาค่อนข้างนาน ส่วนอีกหนึ่งวิธี คือ การประมาณค่าโดยการใช้ข้อมูลภูมิอากาศมาทำการคำนวณความต้องการการใช้น้ำ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักๆ 4 ประการ ได้แก่ 1) สภาพของดิน 2) ชนิดและอายุพืช 3)สภาพภูมิอากาศ 4) การจัดการเพาะปลูก ดังสมการต่อไปนี้ (Doorenbos and Pruitt,1997; วิบูลย์ บุญยธโรกุล, 2524 อ้างใน อนิรุจน์ คำนล, 2561)

$$ET = KC*ETP \qquad \text{(สมการที่ 3)}$$

โดยที่ ET = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี (มม./วัน)
Kc = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ETP = ศักย์ภาพการคายระเหยของพืชหรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Cofficient ; Kc) ค่าคงที่ของพืชที่จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งานด้านชลประทานและเกษตรกรรม ในกรณีที่ต้องการปลูกพืชในท้องถิ่นอื่นที่ยังไม่มีการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นมาก่อน เมื่อต้องการทราบก็สามารถนำค่า Kc มาใช้ในการคำนวณหาค่า ET ร่วมกับค่า ETo ที่ได้จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นๆ ได้

2.2.2 ศักยภาพการระเหยน้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP)

ศักยการคายระเหยน้ำ (Potential Evapotranspiration; PET) คือ การใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยน้ำในสภาพที่ดินมีความชื้นอย่างเพียงพอที่พืชจะนำไปใช้ได้ตลอดเวลา ในการศึกษานี้ได้ประมาณค่า PET โดยวิธีการของ Penman–Monteith โดยได้รวบรวมองค์ประกอบที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชมาอยู่ในสมการ ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ ซึ่งที่ประชุมคณะที่ปรึกษาขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาติ (FAO Expert Consultation) ในปี ค.ศ.1990 ได้สรุปว่าวิธีของ Panman–Monteith เป็นวิธีที่ดีและได้รับการยอมรับมากที่สุด (Allen และ คณะ 1998; Kassam และ Smith 2001 อ้างใน อนิรุจน์ คำนล, 2561) ดังสมการต่อไปนี้

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \qquad \text{(สมการที่ 4)}$$

เมื่อ ET_0 = Reference Evapotranspiration หรือ PEI [mm/day]

R_n = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ [MJ/m^2,day]

G = Soil heat flux [MJ/m^2,day]

T = อุณหภูมิ [˚C]

U_2 = ความเร็วลมที่ความสูง 2 เมตร [m/sec]

e_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัวเฉลี่ยของบรรยากาศ [kPa]

Δ = ความชันของกราฟความดันไอน้ำอิ่มตัวกับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ T [kPa/˚C]

γ = psychometric constant [kPa/˚C]

ผลการศึกษา

การศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม ในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีผลการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน

ปริมาณน้ำต้นทุน คำนวณได้จากสมการ ปริมาณน้ำท่า (R) = PCA โดยมีค่าที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละส่วนดังนี้

1.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 30 ปี (P)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่บันทึกไว้ ณ สถานีตรวจวัดน้ำฝน อำเภอหล่มสัก จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา ในรอบ 30 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2535–2564 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือน 30 ปี (พ.ศ. 2535-2564) สถานีอำเภอหล่มสัก

เดือน	**ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)**
ม.ค.	10.13
ก.พ.	16.64
มี.ค.	40.74
เม.ย.	69.57
พ.ค.	132.15
มิ.ย.	125.33
ก.ค.	143.55
ส.ค.	193.80
ก.ย.	198.53
ต.ค.	87.22
พ.ย.	13.15
ธ.ค.	5.50
รวม	**837.78**

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

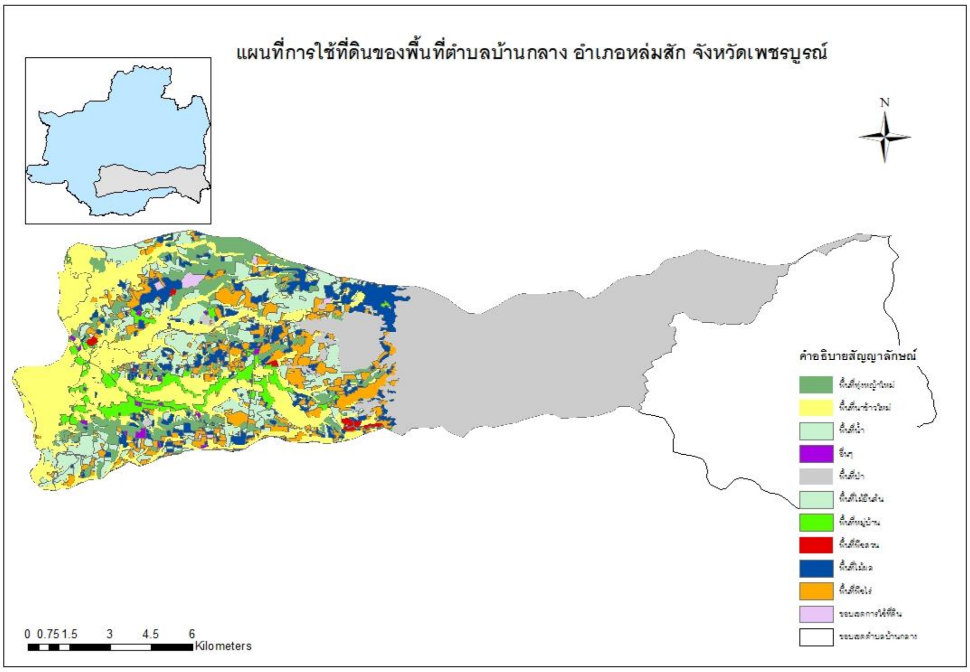
จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนอำเภอหล่มสัก ในรอบ 30 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2564 เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากที่สุด คือ กันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 198.53 มิลลิเมตร รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม กรกฎาคม และพฤษภาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 193.80, 143.55 และ 132.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากที่สุด คือ เดือนธันวาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 5.50 มิลลิเมตร

1.2 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ (C)

ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า พิจารณาจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2562 โดยพบว่าในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ตำบลบ้านกลางการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ตำบลบ้านกลาง

รหัส	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ (%)
F	ป่า	57.86	36,165	40.83
U2	หมู่บ้าน	5.24	3,277	3.70
U6	อื่น ๆ	2.23	1,392	1.57
A1	นาข้าว	26.63	16,644	18.79
A2	พืชไร่	21.88	13,675	15.44
A3	ไม้ยืนต้น	17.14	10,714	12.10
A4	ไม้ผล	10.27	6,416	7.24
A5	พืชสวน	0.47	293	0.33



รูปที่ 2 สภาพการใช้ประโยชน์ตำบลบ้านกลาง

ที่มา: จัดทำโดยผู้วิจัยจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2562

จากตารางที่ 2 พบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลบ้านกลาง จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2562 มีสภาพเป็นป่าไม้มากที่สุด มีพื้นที่ 36,165 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40.83 รองลงมาคือ นาข้าว พืชไร่ และไม้ยืนต้น มีพื้นที่ 16,644, 13,675 และ 10,714 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.79, 15.44 และ 12.10 ตามลำดับ ส่วนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่น้อยที่สุดคือ พื้นที่อื่นๆ และพืชสวน มีพื้นที่ 1,392 และ 293 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.57 และ 0.33 ตามลำดับ

จากรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของตำบลบ้านกลางข้างต้น สามารถนำมาพิจารณาเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C) ได้ตามหลักการที่ระบุไว้ในคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน: แนวทางการวางแผนและออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในไร่นา รวบรวมโดยไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์ (2553) กรมพัฒนาที่ดิน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C) จากรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พืชคลุมดิน	ค่าสัมประสิทธิ์ (C)
ป่าผลัดใบ	มีป่าทึบคลุมดิน	0.05
สวนป่า ไม้ยืนต้น ไม้ผล	มีพืชคลุมดินไม่มากกว่า 50% ลักษณะป่าโปร่งๆ	0.10
นาข้าว ทุ่งหญ้า พืชไร่	ลักษณะแบบทุ่งหญ้าธรรมชาติซึ่งไม่มีไม้ยืนต้นเลย	0.20
เมือง ที่ว่าง ไร้ร้าง โรงเรือน เลี้ยงสัตว์ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ไม่มีพืชคลุมดินเลย	0.25

ที่มา: ไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์ (2553)

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C) ของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเมือง ที่ว่าง และไร้ร้าง มีค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่ามากที่สุด เท่ากับ 0.25 รองลงมาคือ นาข้าว ทุ่งหญ้า และพืชไร่ มีค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่าเท่ากับ 0.20 สวนป่า ไม้ยืนต้น และไม้ผล มีค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่าเท่ากับ 0.10 ส่วนป่าผลัดใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.10

1.3 ขนาดพื้นที่ (A)

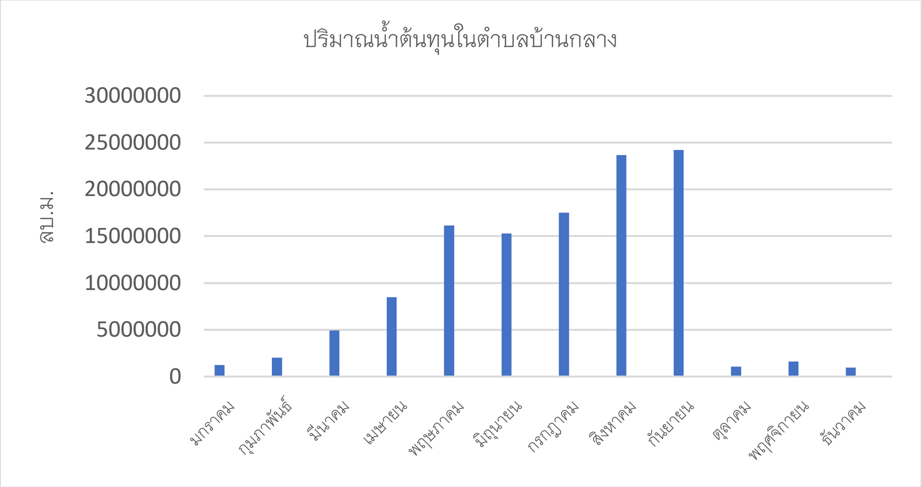
ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดเพชรบูรณ์ และทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอหล่มสัก มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 335.48 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 209,673 ไร่

1.4 ปริมาณน้ำท่า (R)

ปริมาณน้ำท่า (R) แสดงถึงปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในพื้นที่ สามารถคำนวณได้จากสมการ R = PCA ซึ่งปริมาณน้ำท่ารายเดือนในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง แสดงดังตารางที่ 4 และรูปที่ 3

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำต้นทุน (ปริมาณน้ำท่า: R) รายเดือนในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง (ลบ.ม.)

เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./เดือน)
มกราคม	1,236,367
กุมภาพันธ์	2,030,912
มีนาคม	4,939,364
เมษายน	8,491,019
พฤษภาคม	16,128,908
มิถุนายน	15,296,527
กรกฎาคม	17,520,278
สิงหาคม	23,653,290
กันยายน	24,230,587
ตุลาคม	1,064,201
พฤศจิกายน	1,604,958
ธันวาคม	671,275
รวม	**116,867,682**



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง

จากตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง มีปริมาณมากที่สุดในเดือนกันยายน คิดเป็น 24,230,587 ลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม กรกฎาคม และพฤษภาคม มีปริมาณ 23,653,290, 17,520,278 และ 16,128,908 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มีปริมาณน้ำท่าน้อยที่สุด คือเดือนธันวาคม มีปริมาณ 671,275 ลูกบาศก์เมตร

2. การศึกษาปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (ET)

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง สามารถใช้ค่าที่ระบุไว้ในเอกสารวิชาการ การให้น้ำชลประทานกับพืช โดย ธรรมนูญ แก้วคงคา (2549) กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ซึ่งแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) โดยวิธี Modified Penman

จังหวัด/	ETP – Potential Evapotranspiration (มม./วัน)											
อำเภอ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
เพชรบูรณ์	3.53	4.19	4.88	5.22	4.96	3.89	3.65	3.41	3.56	3.76	3.64	3.38
หล่มสัก	3.86	4.57	5.34	5.85	5.25	4.57	4.25	4.01	4.09	4.27	3.95	3.61

ที่มา: ธรรมนูญ แก้วคงคา (2549)

2.2 ศักยภาพการระเหยน้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP)

ศักยภาพการระเหยน้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP) ในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง สามารถใช้ค่าที่ระบุไว้ในเอกสารวิชาการ การให้น้ำชลประทานกับพืช โดย ธรรมนูญ แก้วคงคา (2549) กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ซึ่งแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่า ETP (Potential Evapotranspiration) โดยวิธี Modified Penman

ชนิดพืช	เดือน											
	ม.ค.	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
ข้าว ก.ข									0.74	1.28	1.11	0.46
ข้าวโพด	0.66	1.27	1.21	0.34								
ถั่วเขียวผิวมัน	0.79	0.08										0.87
รวมผัก					0.97	0.77						
มะขาม					1.04	1.84	2.06	2.23	2.07	2.12	2.29	1.54

ที่มา: ธรรมนูญ แก้วคงคา (2549)

ปริมาณความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี (ET) ดังสมการที่ 3 ที่ได้กล่าวไว้แล้ว คือ

$$ET = KC*ETP$$

โดย ET = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี (มม./วัน)

KC = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ETP = ศักย์การคายระเหยน้ำของพืชหรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

เมื่อนำข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดในอำเภอหล่มสัก (สำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก, 2565) มาคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในแต่ละเดือน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (ET) จากปฏิทินการเพาะปลูกพืชในอำเภอหล่มสัก

เดือน	**ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (ลบ.ม.)**				
	ข้าว	**ข้าวโพด**	**ถั่วเขียวผิวมัน**	**รวมผัก**	**มะขาม**
มกราคม		11,800,483	14,080,122		
กุมภาพันธ์		26,587,309	1,587,618		
มีนาคม		29,929,205			
เมษายน		9,145,305			
พฤษภาคม				502,858	11,859,120
มิถุนายน				346,109	18,263,914
กรกฎาคม					19,015,860
สิงหาคม					19,422,676
กันยายน	17,003,306				18,388,804
ตุลาคม	30,689,237				19,661,813
พฤศจิกายน	24,659,761				19,646,826
ธันวาคม	9,360,802		14,505,919		12,075,017

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าในตำบลบ้านกลาง พืชแต่ละชนิดมีปฏิทินการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน (สำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก, 2565) ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชในแต่ละเดือน โดยพิจารณาเป็นรายชนิดพืช ดังนี้

ข้าว (นาปี) มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนกันยายน – ธันวาคม โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 81,713,106 ลูกบาศก์เมตร

ข้าวโพด มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 77,462,302 ลูกบาศก์เมตร

ถั่วเขียวผิวมัน มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 30,173,659 ลูกบาศก์เมตร

รวมผัก ได้แก่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี เป็นต้น มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 848,967 ลูกบาศก์เมตร

มะขาม มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 138,334,030 ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในตำบลบ้านกลาง

เดือน	ปริมาณน้ำต้นทุน (ลบ.ม.)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม.)	ความเพียงพอ/ขาดแคลน (+/–) (ลบ.ม.)
มกราคม	1,236,367	25,880,605	– 24,644,239
กุมภาพันธ์	2,030,912	28,174,927	– 26,144,015
มีนาคม	4,939,364	29,929,205	– 24,989,841
เมษายน	8,491,019	9,145,305	– 654,287
พฤษภาคม	16,128,908	12,361,978	+ 3,766,929
มิถุนายน	15,296,527	18,610,023	– 3,313,496
กรกฎาคม	17,520,278	19,015,860	– 1,495,583
สิงหาคม	23,653,290	19,422,676	+ 4,230,614
กันยายน	24,230,587	35,392,109	– 11,161,522
ตุลาคม	1,064,201	50,351,050	– 49,286,849
พฤศจิกายน	1,604,958	44,306,587	– 42,701,630
ธันวาคม	671,275	35,941,738	– 35,270,463
รวม	**116,867,682**	**328,532,062**	**– 211,664,380**

จากตารางที่ 8 พบว่า พื้นที่ตำบลบ้านกลางมีปริมาณน้ำต้นทุน รวม 116,867,682 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในขณะที่มีปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมรวม 328,532,062 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 211,664,380 ลูกบาศก์เมตรต่อปี เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่า มีเพียง 2 เดือนที่ปริมาณน้ำต้นทุนมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คือ เดือนสิงหาคมและเดือนพฤษภาคม โดยมีปริมาณน้ำส่วนเกินอยู่ที่ 4,230,614 และ 3,766,929 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ สำหรับเดือนที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณมากที่สุดคือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และกุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ที่ 49,286,849 , 42,701,630 , 35,270,463 และ 26,144,015 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

ในตำบลบ้านกลาง พืชแต่ละชนิดมีปฏิทินการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชในแต่ละเดือน โดยข้าว (นาปี) มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนกันยายน – ธันวาคม โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 81,713,106 ลูกบาศก์เมตร ข้าวโพด มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 77,462,302 ลูกบาศก์เมตร ถั่วเขียวผิวมัน มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 30,173,659 ลูกบาศก์เมตร รวมผัก ได้แก่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี เป็นต้น มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 848,967 ลูกบาศก์เมตร และ มะขาม มีช่วงเวลาการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม โดยมีปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่ 138,334,030 ลูกบาศก์เมตร

พื้นที่ตำบลบ้านกลางมีปริมาณน้ำต้นทุน รวม 116,867,682 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในขณะที่มีปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมรวม 328,532,062 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 211,664,380 ลูกบาศก์เมตรต่อปี เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่า มีเพียง 2 เดือนที่ปริมาณน้ำต้นทุนมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คือ เดือนสิงหาคมและเดือนพฤษภาคม สำหรับเดือนที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณมากที่สุดคือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และกุมภาพันธ์ ผลการศึกษาที่ได้ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำต้นทุนตามธรรมชาติในแต่ละช่วงเวลาของปี ซึ่งภาครัฐและเกษตรกรในพื้นที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการปลูกพืชให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุน ด้วยการปรับระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด รวมไปถึงการแสวงหาน้ำต้นทุนจากแหล่งอื่น ได้แก่ น้ำบาดาลหรือน้ำจากระบบชลประทานนำมาเพิ่มเติมน้ำต้นทุนในช่วงที่ขาดแคลน เพื่อบรรเทาปัญหาภัยแล้งภาคเกษตรกรรมให้เกิดผลกระทบน้อยลง และให้เกษตรกรสามารถดำเนินกิจกรรมภาคเกษตรกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษานี้

1. ควรพิจารณารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี มาประกอบการประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ย่อมเปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน

2. ควรพิจารณานโยบายจากภาครัฐว่ามีผลกระทบต่อรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และรูปแบบการใช้น้ำในพื้นที่อย่างไร

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป

1. ควรนำวิธีการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและวิธีปริมาณการใช้น้ำของพืชที่หลากหลาย มาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละวิธี เพื่อให้ได้วิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุดต่อการศึกษาในพื้นที่นั้นๆ

2. ควรประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจากสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการประเมินที่ได้จากสมการในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). *หนังสืออุตุนิยมวิทยา เรื่อง ภัยแล้ง (drought).* สืบค้นจาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=71

ไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์. (2553). *แนวทางการวางแผนและออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในไร่นา คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน.* กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ทัศวรรณ หานุภาพ. (2556). *การประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต.* สงขลา: สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธรรมนูญ แก้วคงคา. (2549). *เอกสารวิชาการ การให้น้ำชลประทานกับพืช.* กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ. (2566). *ปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัดน้ำฝนอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ รอบ 30 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2564.* กรมอุตุนิยมวิทยา.

สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2563). *เดินหน้าแก้ไขปัญหาภัยแล้งในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์.* สืบค้นจาก https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG200418173005243

สำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก. (2565). *ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกพืช ปี 2564/65.* สำนักงานเกษตรอำเภอหล่มสัก กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อนิรุจน์ คำนล. (2561). *การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำยม*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกลาง. (2565). *สภาพทั่วไปของตำบลบ้านกลาง*. สืบค้นจาก https://www.ban-klang.go.th/condition.php

การเปรียบเทียบแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

ภาคภูมิ ล้ำเลิศ[1] ธิดาภัทร อนุชาญ[2] ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล[3] และ นิติ เอี่ยมชื่น[1*]

A Comparison of Future Simulation of Land Use Models in Urbanization A Case Study of Buriram District, Buriram Province

Pakpoom Lamlet[1], Thidapath Anucharn[2], Tawatcharapong Wongsagoon[3] and Niti Iamchuen[1*]

[1] Department of Geographic Information Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Department of Information Technology, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[3] Department of Civil Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University, Buriram, 31000

[*] Corresponding author: niti.ia@up.ac.th

Received; February 17, 2023; Revised: April 8, 2023; Accepted: April 10, 2023

บทคัดย่อ

จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นจังหวัดที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย จากการที่มีเส้นทางรถไฟตัดผ่านกลางเมือง เป็นเมืองเศรษฐกิจ เมืองการกีฬา และการท่องเที่ยว ทำให้มีความสนใจในการศึกษาพัฒนาการของเมืองบุรีรัมย์โดยใช้แบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงเปรียบเทียบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และเพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน ปี พ.ศ. 2575 โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov (CAM) และ Land Change Modeler 3 วิธีคือMulti-Layer Perceptron (MLP), Logistic Regression (LR) และ SimWeight (SM) และได้นำปัจจัยรวม 10 ปัจจัย มาประกอบการวิเคราะห์ได้แก่ 1) แบบจำลองความสูงเชิงเลข 2) แผนที่ความชัน 3) แผนที่ทิศด้านลาด 4)ระยะห่างจากเทศบาลเมือง 5) ระยะห่างจากเทศบาลตำบล 6)ระยะห่างจากถนน 7) ระยะห่างจากทางรถไฟ 8) เส้นทางน้ำ 9) การระบายน้ำของดิน และ 10) ความหนาแน่นประชากร ผลการวิจัยพบว่า แนวโน้มพื้นที่ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2550-2555 และ 2555-2565 พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ลดลง ใช้สำหรับการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ต่อมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพบว่าในภาพรวมวิธีตรวจสอบความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา วิธีการ MLP, LR และ SM ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธี CAM ผลลัพธ์ของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2575 พบว่าทั้ง 4 วิธีให้ผลลัพธ์คล้ายคลึงกันในเชิงปริมาณ (ขนาดพื้นที่) แต่มีความต่างกันในเชิงการจัดสรรพื้นที่ที่มีแนวคิดที่ส่งผลออกมาในรูปแบบแผนที่ที่มีความต่างกันกันออกไป ซึ่งสามาถนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์และบริบทของพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป

คำสำคัญ: แบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดิน, CA-Markov, Land Change Modeler, บุรีรัมย์

---

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

Abstract

Buriram Province It is one of the most rapidly expanding provinces in Thailand. from the fact that there is a railway line that cuts through the middle of the city. It is an economic city, a sports city, and a tourism city. This led to an interest in studying the development of Buriram city using a comparative land use model. The purpose is to validate the model. And to forecast land use in the year 2032 by using CA-Markov (CAM) and Land Change Modeler 3 methods, which are Multi-Layer Perceptron (MLP), Logistic Regression (LR) and SimWeight (SM). And a total of 10 factors were included in the analysis, namely 1) Digital elevation model 2) Slope 3) Aspect 4) Distance from the municipality 5) Distance from local government 6) Distance from road 7) distance from railways, 8) stream, 9) soil drainage, and 10) population density. The results showed that area trends during 2007-2012 and 2012-2022, building area and water source area are increasing, but agricultural land and forest areas has reduced. After that checking the land use model validation, it was found that in the overall accuracy method and the Kappa coefficient, the MLP, LR, and SM methods higher accuracy than the CAM method. The 2032 land use forecast found that all four methods yielded quantitatively similar results. (Area), but there are differences in terms of the land use allocation with concepts that result in different maps. This output can be applied to different situations and contexts in different areas.

Keywords: Land use model, CA-Markov, Land Change Modeler, Buriram

บทนำ

จังหวัดบุรีรัมย์ถือว่าเป็นเมืองสำคัญในภาคอีสานของประเทศไทย มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ เป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวในเมืองกีฬาและเมืองอารยธรรมโบราณ มีกิจกรรมการท่องเที่ยวหลายประเภททั้ง สนามช้างอารีน่าและสนามช้าง อินเตอร์เนชั่นแนล เซอร์กิตซึ่งจุดขายหลัก คือ การแข่งขันฟุตบอลและการจัดแข่งขันรถ MOTO GP พร้อมเป็นต้นแบบเมืองท่องเที่ยวเชิงกีฬา มีการพัฒนาและขยายตัวของเศรษฐกิจภาคการท่องเที่ยวและบริการอย่างรวดเร็ว (กรมการปกครอง, 2565) ประกอบกับมีการเข้าถึงทั้งทางบกได้แก่รถยนต์ ทางรถไฟ และทางอากาศ (ท่าอากาศยานบุรีรัมย์) โดยเฉพาะการรองรับนักท่องเที่ยวและจำนวนประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยปี พ.ศ. 2564 จังหวัดบุรีรัมย์มีประชากรทั้งหมด 1,579,805 คน และครัวเรือน 483,349 หลังคาเรือน (กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด, 2563) ซึ่งยังไม่รวมประชากรแฝงที่เข้ามาเป็นแรงงานภายในจังหวัด นักเรียนนักศึกษา และนักท่องเที่ยว เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวการแปลงแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินย่อมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและกิจกรรมในพื้นที่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อให้การขยายตัวของเมืองเป็นไปอย่างมีระบบมากขึ้น จำเป็นต้องมีการวางแผนและการจัดการที่เหมาะสมกับศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่

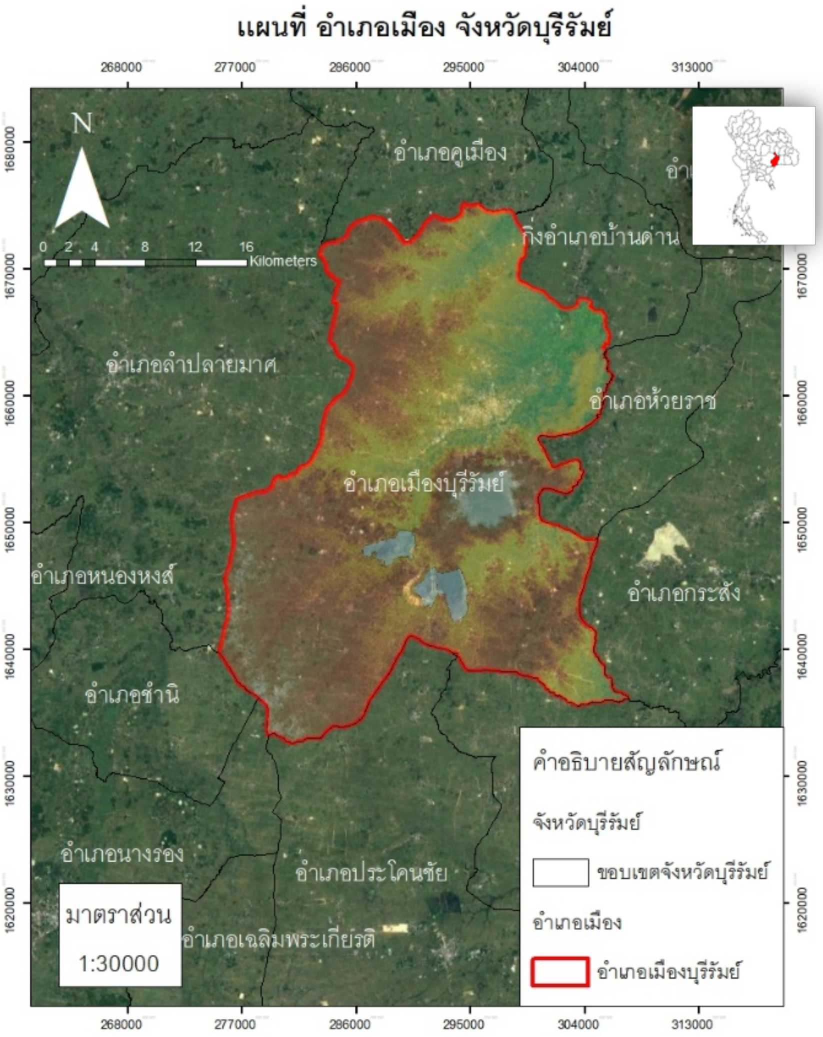
ในปัจจุบันมีเครื่องมือหลายประเภทที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการขยายตัวของเมืองโดยเฉพาะเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) ที่มีการนำเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการขยายตัวและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้ยังใช้ร่วมกับแบบจำลองการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use modeling) เพื่อวางแผนรับมือการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น โดยแบบจำลองที่ได้รับความนิยม เช่น CA Markov (เกศินี นงโพธ์ และคณะ, 2564), (ณัฐวุฒิ บุตรคล้อ และคณะ, 2564), (นงนภัส ชวนกำเนิดการ, 2563) โดยแบบจำลอง CA-Markov เป็นแบบจำลองที่มีการรับส่งระหว่างแบบจำลอง Cellular Automata (CA) และ Markov Chain ใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณ โดยมีกระบวนการ

วิเคราะห์โดยการใช้ข้อมูลโอกาสความน่าจะเป็นที่ได้จากแบบจำลอง Markov Chain เทียบระหว่างสองช่วงเวลาที่เกิดขึ้น (นิติ เอี่ยมชื่น และคณะ, 2563) และนำมาร่วมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเซลล์รอบข้างที่มีผลต่อสถานะของเซลล์ตรงกลางโดยใช้แบบจำลอง Cellular Automata ในการอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่ จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ซ้อนทับทีละเซลล์อีกครั้งและเคลื่อนที่วนเซลล์ ไปจนครบตามจำนวนรอบเท่ากับช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา กระบวนการพิจารณาจะทำการวนซ้ำจนครบรอบกำหนดการเปลี่ยนแปลงตามทฤษฎี Game of Life (มานัส ศรีวณิช และคณะ, 2561) ส่วนแบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) (มานัส ศรีวณิช และคณะ, 2561), (วุฒิพงษ์ นิลจันทร์ และคณะ, 2563) มีวิธีการคิดที่ซับซ้อนกว่า CA-Markov โดยนอกเหนือจากการใช้การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลาแล้วยังใช้ปัจจัยมาหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วยโดยใช้หลักการของเครือข่ายประสาทเทียม Multi-Layer Perceptron Neural Network (MLP), Logistic Regression (LR) และ SimWeight (SW) โดยทั้งสามวิธีของ LCM วิธีการ MLP คือรูปแบบหนึ่งของโครงข่ายประสามเทียม (Artificial Neural Network: ANN) ขึ้นอยู่กับเครือข่ายของเซลล์ประสาททางชีววิทยาและประกอบด้วย โดยการคำนวณอย่างง่ายหลายชั้นซึ่งการทำงาน MLP สร้างเครือข่ายของเซลล์ประสาทกับปัจจัยขับเคลื่อน ขณะที่วิธีการแบบ LR คือการทำนายโดยใช้เทคนิคความน่าจะเป็นสูงสุดเป็นการหาความน่าจะเป็นที่พิกเซลเปลี่ยนจากกลุ่มหนึ่งเป็นอีกกลุ่มหนึ่งและวิธีการแบบ SW คือ การคำนวณด้วยการหาค่าถ่วงน้ำหนักในพื้นที่ ขึ้นอยู่กับ K สำหรับการสร้างแผนที่ที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงที่ดินในแต่ละพิกเซลที่จะได้รับการประมวลผล จะแยก K ใกล้เคียงที่สุด เป็นต้น

ในงานวิจัยทางด้านแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนมากเป็นการศึกษาแยกแบบจำลองซึ่งมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน โดยการศึกษาเชิงเปรียบเทียบแบบจำลองในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก งานวิจัยนี้มุ่งหวังให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้แบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ โดยทำการศึกษาพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดบุรีรัมย์ (รูปที่ 1) ผลของการศึกษาสามารถอธิบายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินตลอดจนการขยายตัวของเมืองในแต่ละช่วงเวลา ทั้งยังทราบถึง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการขยายตัวของเมือง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับหน่วยงานหรือผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการวางแผนและสนับสนุนการตัดสินใจตัดสินใจเชิงพื้นที่ของเมืองให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสมอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง CA-Markov และ Land Change Modeler
2. เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน ปี พ.ศ. 2575 โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov และ Land Change Modeler



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาพรวม ประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษา 3 ส่วนคือ 1) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลา (2550-2555 และ 2555-2565) 2) ทวนสอบความถูกต้องน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (เปรียบเทียบผลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2565 จากแบบจำลองและข้อมูลอ้างอิง) และ 3) การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต 2 แบบจำลองในเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งมีขั้นตอนในรายละเอียดการทำงานดังนี้

1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะสั้น (5 ปี) พ.ศ. 2550-2555 และ ระยะยาว (10 ปี) 2555-2565 รวม 2 คาบเวลา โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department: LDD) ปี 2550, 2555 และ 2565 (LDD50, LDD55 และ LDD65) แสดงตารางและแผนที่พื้นที่ที่มีเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 2 คาบเวลา เพื่อหาแนวโน้มและอัตราการเปลี่ยนแปลงของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภททั้งในระยะสั้นและระยะยาว ตามลำดับ (ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2565 เป็นการนำข้อมูลการใช้ประโยน์ที่ดินที่มีล่าสุด ปี พ.ศ. 2562 มาทำการปรับปรุงให้ทันสมัยโดยใช้ภาพดาวเทียมและการลงสำรวจประกอบเพื่อปรับให้เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2565) โดยกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

หลัก 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land: A) พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land: F) พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง (Urban and Build-up land: U) และพื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body: W)

2. การทวนสอบ (Validation) แบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะเป็นการทดสอบให้ทราบว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความถูกต้องและน่าเชื่อมากน้อยเช่นไร โดยปกติจะนิยมทดสอบโดยการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินไปในปีปัจจุบันที่เกิดขึ้นแล้ว และทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้นจริงจากแหล่งอ้างอิงในปีเดียวกัน ก่อนนำไปคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตต่อไป โดยการทวนสอบจะมีการตรวจสอบทั้งในเชิงปริมาณ (สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในเชิงพื้นที่) และเชิงคุณภาพ (ตำแหน่งการเกิดขึ้นของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท) จากการสุ่มจุดตรวจสอบมีขั้นตอน 2 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การจำลองการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปีปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2565: (Simulation) โดยดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 และ 2555 เป็นข้อมูลปีฐาน (Baseline) ผ่านกระบวนการจำลองโดยใช้ 2 แบบจำลอง คือ CA Markov (Sim65CAM) 1 วิธี และ Land Change Modeler 3 วิธี ได้แก่ Multi-Layer Perceptron Neural Network (Sim65MLP), Logistic Regression (Sim65LR) และ SimWeight Sim65SW) โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้สอดคล้องกันเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบ ขั้นตอนการประมวลผลของทั้งสองแบบจำลอง เริ่มจากนำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลา ร่วมกับปัจจัยในการขับเคลื่อน (Driving factors) 10 ปัจจัย (ตารางที่ 1) โดยปัจจัยคัดเลือกจากการลงสนามสำรวจ ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 1) แบบจำลองความสูงเชิงเลข 2) แผนที่ความชัน 3) แผนที่ทิศด้านลาด 4) ระยะห่างจากเทศบาลเมือง 5) ระยะห่างจากเทศบาลตำบล 6) ระยะห่างจากถนน 7) ระยะห่างจากทางรถไฟ 8) เส้นทางน้ำ 9) การระบายน้ำของดิน และ 10) ความหนาแน่นประชากร โดยขั้นตอนจะเริ่มจากแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองจะทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินของ 2 ช่วงเวลา (ปี พ.ศ.2550 และ 2555) ถัดมาจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปัจจัยในการขับเคลื่อน เพื่อสร้างค่าน้ำหนักในการพยากรณ์อนาคต เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้วจะทำการประมวลผลแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2565 ของทั้ง 4 วิธีการผลลัพธ์จะได้การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน ปี พ.ศ. 2565 ของ Sim65CAM, Sim65MLP, Sim65LR และ Sim65SM ตามลำดับ

2.2 การทวนสอบ โดยนำผลลัพธ์จากแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2565 ที่ได้จากขั้นตอนข้างต้น (Sim65CAM, Sim65MLP, Sim65LR และ Sim65SM) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอ้างอิง (Reference data) ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2565 (LDD65REF) เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง โดยใช้วิธีการประเมินค่าความถูกต้องทั้งแบบรายประเภทของผู้ใช้งานและผลผลิต (User accuracy and Producer accuracy) และประเมินในภาพรวมด้วยวิธีความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy: OA คิดจากผลรวมของพิกเซลที่มีความถูกต้องในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหารด้วยจำนวนทั้งหมด) (Alberg, A. J. et al. 2004) และค่าสัมประสิทธ์แคปป้า (Kappa Index of Agreement: KIA) (Bergsma, W., 2013) ตามสมการที่ 1 โดยใช้วิธีการตรวจสอบความถูกต้องในการแปลแบบทุกพื้นที่เทียบกัน (Pixel by pixel)

3. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลองทั้ง 2 ในปี พ.ศ.2575 เพื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 แบบจำลอง ทั้งในรูปแบบเชิงปริมาณและเชิงตำแหน่ง โดยพิจารณาขนาดและสัดส่วนพื้นที่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเทียบเคียงในปี พ.ศ. 2575 และการเปลี่ยนแปลงเชิงตำแหน่ง (From-to) จากการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ.2565-2575 ทั้ง 2 แบบจำลอง 4 วิธีการ (Sim75CAM, Sim75MLP, Sim75LR และ Sim75SM) เพื่ออธิบายแนวโน้มความเหมือนหรือต่างของแต่ละวิธีการที่เกิดขึ้นใน

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่นำมาใช้ในแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ปัจจัย	คำอธิบาย	แหล่งที่มา
1. ความสูงเชิงเลข	ความสูงต่ำของภูมิประเทศ	USGS (SRTM GLOBAL DEM)
2. ความลาดเท	ความลาดเทของภูมิประเทศ	สร้างจากความสูงเชิงเลข
3. เส้นทางน้ำ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	กรมแผนที่ทหาร
4. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน
5. ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	กรมอุตุนิยมวิทยา
6. ถนน	ระยะห่างจากถนน	กรมแผนที่ทหาร
7. ระยะห่างจาก เทศบาลเมือง	ระยะห่างจากหมู่บ้าน	กรมพัฒนาที่ดิน
8. ระยะห่างจาก เทศบาลตำบล	ระยะห่างเทศบาลตำบล	กรมพัฒนาที่ดิน
9. ระยะห่างจากทางรถไฟ	ระยะห่างจากทางรถไฟ	กรมแผนที่ทหาร
10. ความหนาแน่นประชากร	ความหนาแน่นของประชากร	กรมการปกครอง

หมายเหตุ : USGS (United States Geological Survey: สำนักสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา)

$$\hat{K} = \frac{N\sum_{i=1}^{k} x_{ii} - \sum_{i=1}^{k}(x_{i+} \times x_{+1})}{N^2 - \sum_{i=1}^{k}(x_{i+} \times x_{+1})}$$ **(สมการที่ 1)**

เมื่อ

k คือ จำนวนแถวในการจำแนกในตารางเมตทริกซ์

x_{ii} คือ จำนวนของการสุ่มในแถวที่ i และสดมภ์ที่ i

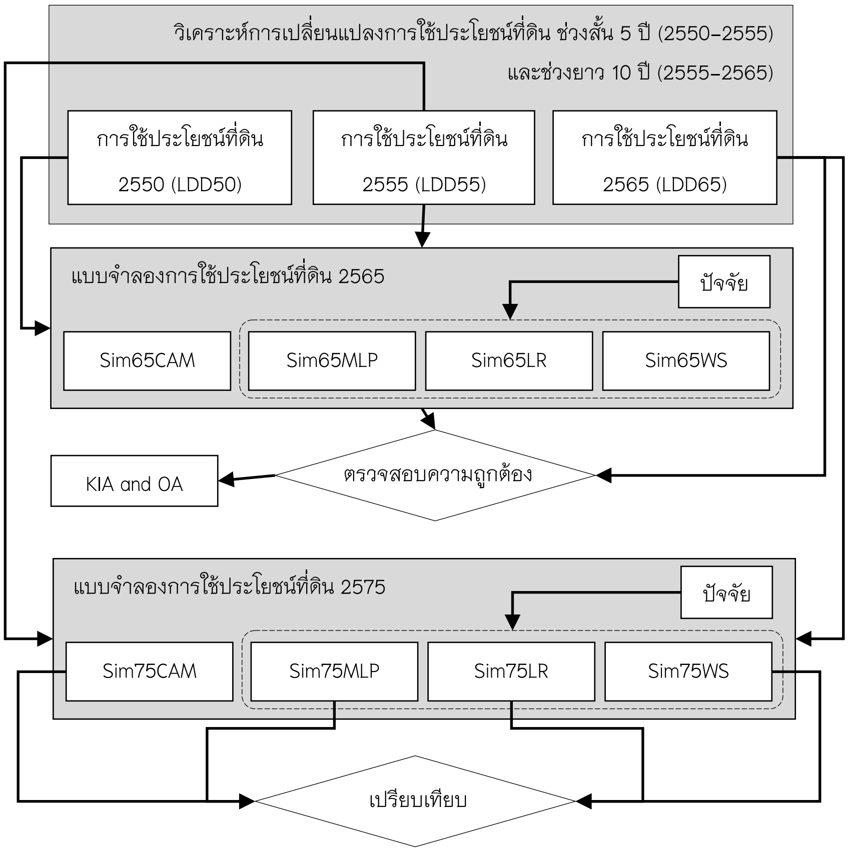
x_{i+} คือ ผลรวมของค่าในแถว i

x_{+i} คือ ผลรวมของค่าในสดมภ์ i

N คือ จำนวนจุดทั้งหมดที่ทำการสุ่ม

ผลการศึกษา

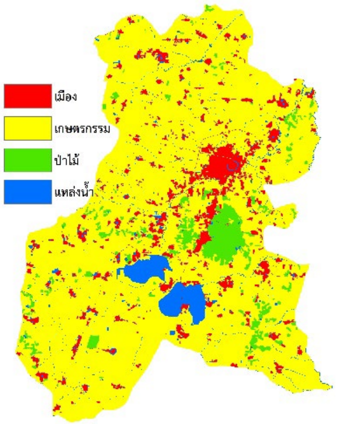
1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะสั้น (5 ปี) พ.ศ. 2550-2555 และระยะยาว (10 ปี) 2555-2565 รวม 2 คาบเวลา (ระยะสั้น 1 คาบเวลา และ ระยะยาว 1 คาบเวลา) ภาพรวมการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอเมืองบุรีรัมย์ตามการจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ เมือง เกษตรกรรม ป่าไม้และแหล่งน้ำ โดยพื้นที่เมืองอยู่ตอนกลางของอำเภอเมืองบุรีรัมย์เป็นแหล่งธุรกิจการค้า การบริการและหน่วยงานราชการต่าง ๆ มีสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์) และกระจายตามแนวเส้นทางถนนสายหลัก ขณะที่พื้นที่ป่าไม้กระจายอยู่โดยรอบทั้งอำเภอเมืองบุรีรัมย์ พื้นที่ป่าไม้พบบริเวณเขากระโดง (ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวเมืองบุรีรัมย์) และแหล่งน้ำ มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ประกอบด้วย ห้วยจระเข้มาก และห้วยตลาด โดยในแต่ละคาบเวลามีรายละเอียดดังนี้



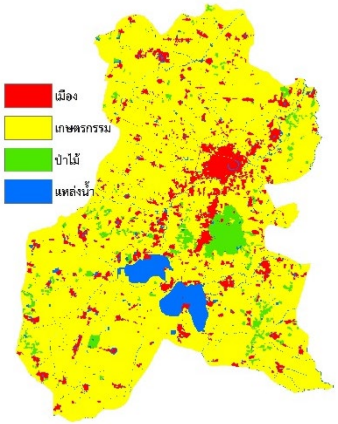
รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละปี (2550, 2555 และ 2565) เริ่มจากปี พ.ศ.2550 (รูปที่ 3) พื้นที่ในเขตอำเภอเมืองบุรีรัมย์ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมถึงร้อยละ 80 รองลงมาเป็นพื้นที่เมือง ป่าไม้ และแหล่งน้ำ คิดเป็นร้อยละ 8.45 5.41 และ 4.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนในปีถัดมาคือ ปี พ.ศ. 2555 (รูปที่ 4) มีสัดส่วนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก กล่าวคือ พื้นที่เกษตรกรรม เมือง แหล่งน้ำ และป่าไม้ คิดเป็นสัดส่วน 81.73, 9.02, 4.79 และ 4.46 ตามลำดับ โดยพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้นกลายเป็นสัดส่วนลำดับที่สาม (เดิมในปี พ.ศ. 2550 มีพื้นที่น้อยที่สุดหรือลำดับที่สี่) ขณะที่ในปีล่าสุด พ.ศ.2565 (รูปที่ 5) พบว่าป่าไม้ยังมีสัดส่วนพื้นที่มากที่สุด ตามมาด้วย เมือง แหล่งน้ำ และป่าไม้ เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2555 คือ ร้อยละ 79.36, 11.98, 5.99 และ 2.68 ตามลำดับ

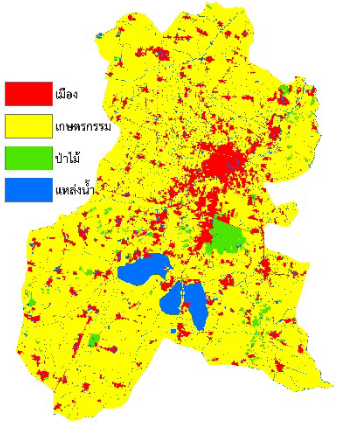
1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในระหว่างปี (2550-2555 และ 2555-2565) มีการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกันทั้งระยะสั้น (2550-2555) และ ระยะยาว (2555-2565) ตามตารางที่ 2 โดย ป่าไม้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งระยะสั้นและระยะยาว แต่มีอัตราการลดลงเฉลี่ยต่อปีที่ช้าลงบ้างเล็กน้อยจาก 1,006 และ 942 ไร่ต่อปีตามลำดับ ขณะที่เมือง และแหล่งน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วขึ้น โดยเมืองขยายตัวช่วงระยะสั้นและระยะยาว เป็น 603 และ 1,562 ไร่ต่อปีตามลำดับ และแหล่งน้ำ มีทิศทางไปในทางเดียวกันคือ ขยายตัวช่วงระยะสั้นและระยะยาว เป็น 334 และ 635 ไร่ต่อปีตามลำดับ ขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมในช่วงระยะสั้นมีแนวโน้มที่จะขยายตัวมากขึ้นคือ เฉลี่ย 69 ไร่ต่อปี แต่ในช่วงระยะยาวกลับพบว่ามีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 1,255 ไร่ต่อปี



รูปที่ 3 การใช้ประโยชน์ ปี พ.ศ.2550 (กรมพัฒนาที่ดิน)



รูปที่ 4 การใช้ประโยชน์ ปี พ.ศ.2555 (กรมพัฒนาที่ดิน)



รูปที่ 5 การใช้ประโยชน์ ปี พ.ศ.2565 (กรมพัฒนาที่ดิน)

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2550 2555 และ 2565

ประเภทการใช้ประโยชน์	การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละช่วงเวลา						เปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปี	
	พ.ศ.2550		พ.ศ.2555		พ.ศ.2565		ช่วงสั้น	ช่วงยาว
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	2550-2555	2555-2565
เกษตรฯ	431,604	81.67	431,947	81.73	419,394	79.36	+69	-1255
ป่าไม้	28,608	5.41	23,577	4.46	14,155	2.68	-1,006	-942
เมืองฯ	44,649	8.45	47,665	9.02	63,286	11.98	+603	+1,562
แหล่งน้ำ	23,619	4.47	25,291	4.79	31,645	5.99	+334	+635
รวม	528,480	100.00	528,480	100.00	528,480	100.00		

2. การทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง พิจารณาการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปีที่มีข้อมูลอ้างอิงกับผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเทียบในปีเดียวกันมาเทียบเคียง ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD65REF รูปที่ 5) เทียบกับข้อมูลจากแบบจำลอง รวม 4 วิธี คือ CA Markov 1 วิธี (Sim65CAM) และ Land Change Modeler 3 วิธี ได้แก่ Multi-Layer Perceptron Neural Network (Sim65MLP), Logistic Regression

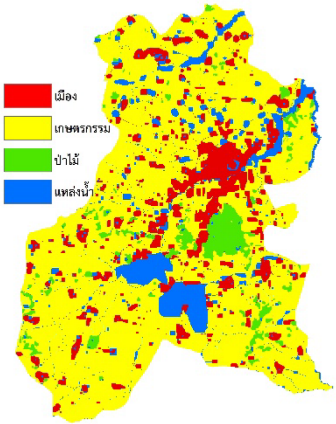
(Sim65LR) และ SimWeight (Sim65SW) โดยมีผลลัพธ์ดังรูปที่ 6-9 ตามลำดับ พิจารณาในเชิงปริมาณ (ขนาดพื้นที่) และเชิงตำแหน่ง (From-to) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การตรวจสอบโดยวิธีเชิงปริมาณ พบว่า ขนาดพื้นที่ของวิธีทั้ง 4 วิธีเมื่อเทียบกับตัวอ้างอิง (กรมพัฒนาที่ดิน) มีขนาดและทิศทางที่แตกต่างกันออกไปดังนี้ พื้นที่เกษตรกรรม และ ป่าไม้ ทั้ง 4 วิธีได้ขนาดพื้นที่รวมน้อยกว่าข้อมูลอ้างอิง ขนาดที่พื้นที่เมืองและแหล่งน้ำมีพื้นที่น้อยกว่าความเป็นจริง วิธี CA Markov มีขนาดพื้นที่ค่าแตกต่างจากข้อมูลอ้างอิง หากเทียบด้วยพื้นที่พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ เกินมา 66.960 ไร่ (ร้อยละ 12.67) และขาดไป 41,240 (ร้อยละ 7.80) และ 26,980 ไร่ (ร้อยละ 5.10) ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยพื้นที่ป่าไม้มีค่าความแตกต่างต่ำมาก คือ เกินมา 1,260 ไร่ (ร้อยละ 0.24) ขณะที่วิธีที่เหลืออีก 3 วิธี พบว่ามีความแตกต่างต่ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ เกินมาเพียง 8,626 ไร่ หรือร้อยละ 1.63 (Sim65MLP) และ 8,622 ไร่ หรือร้อยละ 1.63 (Sim65LR และ Sim65SW) ขณะที่พื้นที่เมือง มีพื้นที่ขาดไป 13,933 หรือร้อยละ 2.63 (Sim65MLP, Sim65LR และ Sim65SW) และพื้นที่แหล่งน้ำมีค่าเท่ากับพื้นที่อ้างอิงทั้ง 3 วิธี (Sim65MLP, Sim65LR และ Sim65SW)

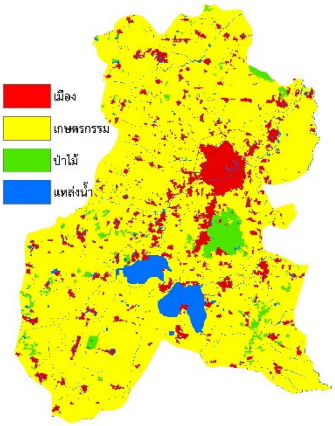
2.2 การตรวจสอบเชิงตำแหน่ง ใช้วิธีการตรวจสอบจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่แบบภาพรวมและแบบตำแหน่งต่อตำแหน่งทั้งพื้นที่ (Pixel by pixel) ในภาพรวมพบว่าเมื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองในแต่ละวิธีมาเทียบกับข้อมูลอ้างอิง โดยพิจารณาแบบทวิ (Binary) คือ ตรวจสอบบริเวณที่คาดการณ์ถูกและผิด บริเวณที่ผลจากแบบจำลองระบุประเภทการใช้ประโยน์ที่ดินตรงกับข้อมูลอ้างอิง หรือถูก (ตรงกัน) จะให้เป็น สีเทา (ภาพที่ 10-13) ขณะที่บริเวณที่ไม่ตรงกันจะให้เป็นสีบานเย็น จากภาพจะพบว่าทั้ง 4 วิธีมีผลการคาดการณ์ถูกและผิดกระจายในเกือบทุกพื้นที่ของอำเภอเมืองบุรีรัมย์ โดยจะพบว่าวิธีการ CA-Markov มีพื้นที่ไม่ตรงกันมากกว่าอีก 3 วิธี แต่มีการกระจุกตัวของกลุ่ม (Cluster) ย่อย ๆ ขณะที่อีก 3 วิธี ได้แก่ วิธี MLP LR และ SM มีความผิดพลาด (ไม่ตรงกัน) กระจายคล้าย ๆ กัน ขณะที่ในแบบตำแหน่งต่อตำแหน่งใช้การประเมินความถูกต้องใช้ 4 แบบ คือ 1) ความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy: UA) 2) ความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ (Producer's Accuracy: PA) 3) ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy: OA) และ 4) ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า (Cohen's kappa coefficient: Kappa)

2.2.1 การตรวจสอบค่าความถูกต้องของผู้ใช้งาน (UA) พิจารณารายประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม วิธี CA-Markov ให้ค่าสูงที่สุดคือ 96.18 ตามมาด้วย วิธี MLP LR และ SM คือ 94.44 94.44 และ 94.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ขณะที่พื้นที่ป่าไม้ วิธี LR ให้ค่ามากที่สุด ตามมาด้วย วิธี SM, MLR และ Ca-Markov 58.79 58.45 58.14 และ 46.33 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เมือง มีค่าสูงในกลุ่มของวิธี MLP LR และ SM คือ 95.00 94.77 และ 94.75 ตามลำดับ วิธี CA-Markov ให้ค่า 67.49 พื้นที่แหล่งน้ำก็มีทิศทางเดียวกับพื้นที่เมืองกล่าวคือ กลุ่มของวิธี MLP LR และ SM มีค่าสูงและมีค่าเท่ากันคือ 90.95 ทั้งสามวิธี ส่วนวิธี Ca-Markov ให้ค่าค่อนข้างต่ำคือ 49.70

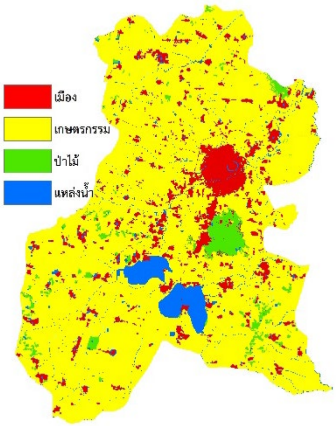
2.2.2 การตรวจสอบค่าความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ (PA) พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมวิธี SM และ LR ให้ค่าสูงที่สุด 97.55 (ทั้งสองวิธีให้ค่าเท่ากัน) ตามมาด้วย SM และ CA-Markov คือ 97.53 และ 96.18 พื้นที่ป่าไม้วิธี Ca-Markov ให้ผลสูงที่สุดคือ 95.73 ห่างจากอีก 3 วิธีที่ให้ค่าใกล้เคียงกันคือ วิธี LR, SM และ MLP คือ 79.04 78.58 และ 78.24 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เมือง วิธี Ca-Markov ให้ค่าสูงที่สุด ตามมาด้วยวิธี MLP, LR และ SM คือ 78.54 76.46 76.30 และ 76.29 ตามลำดับ และพื้นที่แหล่งน้ำคล้ายกับพื้นที่เมืองกล่าวคือ วิธี CA-Markov ให้ค่าสูงที่สุด คือ 77.17 ตามมาด้วยวิธี MLP, LR และ SM ที่ให้ผลลัพธ์เท่ากันคือ 72.69



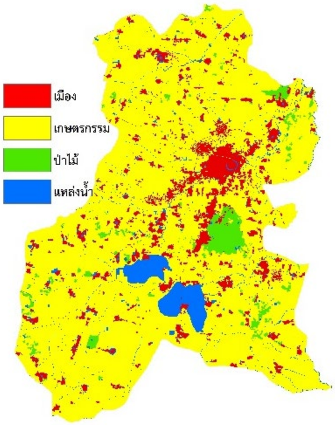
รูปที่ 6 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2565 (CAM)



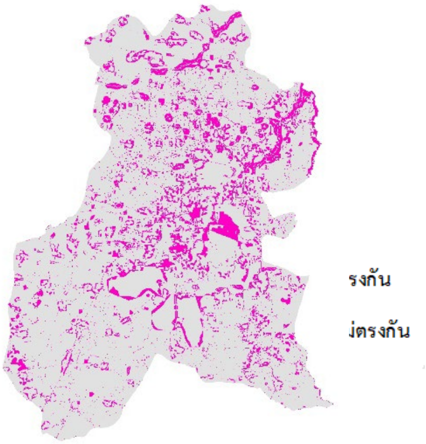
รูปที่ 7 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2565 (MLP)



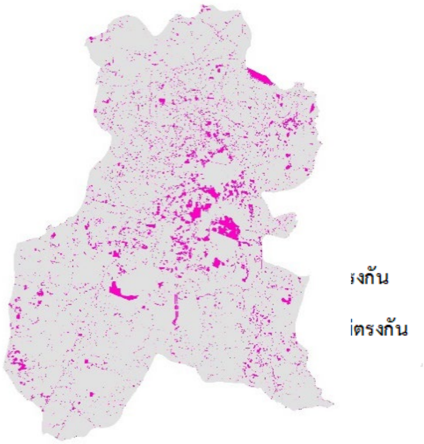
รูปที่ 8 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2565 (LR)



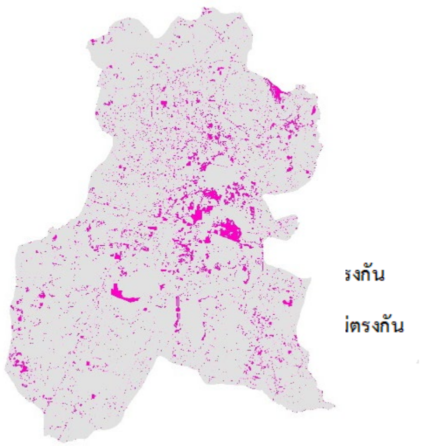
รูปที่ 9 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2565 (SW)



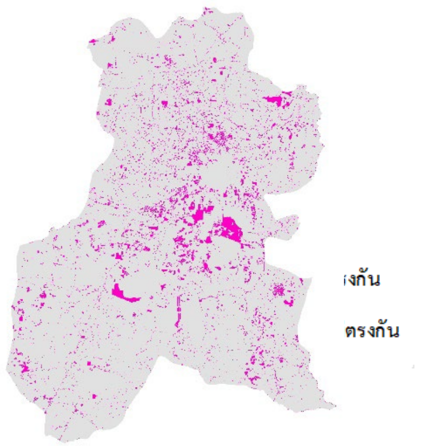
รูปที่ 10 CA-Markov ปี พ.ศ.2565



รูปที่ 11 MLP ปี พ.ศ.2565



รูปที่ 12 LR ปี พ.ศ.2565



รูปที่ 13 SW ปี พ.ศ.2565

2.2.3 การตรวจสอบความถูกต้องพบว่า มีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เรียงลำดับมากไปหาน้อยดังนี้ วิธี MLR และ LR 93.02 วิธี SM 92.99 และวิธี CA-Markov 84.92

2.2.4 การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า Kappa วิธี LR, MLP, SM และ CA-Markov ให้ผลลัพธ์ดังนี้ 93.02 93.02 92.99 และ 84.92 ตามลำดับมากไปหาน้อย

3. เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน ปี พ.ศ. 2575 โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov และ Land Change Modeler ภายหลังทำการทดสอบแบบจำลองทั้ง 4 วิธีโดยเทียบกับข้อมูลอ้างอิงในปี พ.ศ. 2565 แล้ว จะนำข้อมูลมาคาดการณ์ในปีอนาคตคือ ปี พ.ศ. 2575 โดยนำผลทั้ง 4 วิธีมาแสดงในรูปแบบแผนที่และตาราง พิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากข้อมูลอ้างอิง ปี พ.ศ. 2565 โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากแผนที่ในภาพรวมทั้ง 4 แบบ (รูปที่ 14-17) หน้าตาของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละวิธีการจำลองให้ผลต่างกัน โดยพิจารณาประเภทการใช้ประโชน์ที่ดินที่เป็นเมือง จะพบว่าในแบบแรกจะพบว่าวิธี CA-Markov จะมีการเพิ่มขึ้นแบบขยายขนาดจากรูปทรงเดิม (รูปที่ 14) ขณะที่ในวิธี MLP (รูปที่ 15) จะพบว่า มีการขยายไปตามแนวถนนหลักและขยายจากย่านกลางของกลางเมือง (Central Business District: CBD) คล้ายรูปปลาดาว ขณะที่วิธีแบบ LR (รูปที่ 16) การขยายตัวของเนื้อเมืองจะเป็นการขายตัวแบบเกาะกลุ่มจาก CBD เป็นหลัก และวิธี SM จะเป็นการขายตัวไปแนวยาวตามเส้นทางถนนหลัก

ในส่วนของพื้นที่และสัดส่วนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธี CA-Markov ให้พื้นที่เมืองมากที่สุดคือ 104,526 ไร่ หรือร้อยละ 19.78 ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่อีก 3 วิธีให้พื้นที่เมืองใกล้เคียงกันคือร้อยละ 14.61 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ วิธี CA-Markov มีสัดส่วนพื้นที่ร้อยละ 2.44 และ 11.09 ตามลำดับ โดยเฉพาะพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น 26,980 ไร่ (ในรูปที่ 14) จะพบว่าแหล่งน้ำขยายตัวจากเดิมค่อนข้างมากเห็นชัดเป็นแนวเส้นสีฟ้าตอนบนของพื้นที่เมือง ขณะที่ 3 วิธีที่เหลือ ให้ผลลัพธ์ของสัดส่วนพื้นที่ใกล้เคียงกันมากคือ ป่าไม้ แหล่งน้ำ และเกษตรกรรม ร้อยละ 1.67, 5.99 และ 77.73 ตามลำดับ หากพิจารณาในสัดส่วนร้อยละของพื้นที่แต่ละประเภท เมื่อนำมาเทียบกับ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2565 จากแบบจำลองกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอ้างอิงปี พ.ศ. 2565 กรมพัฒนาที่ดิน

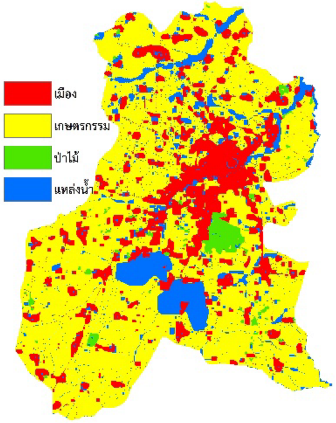
ประเภทการใช้ประโยชน์	การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากแบบจำลอง								อ้างอิง	
	CA Markov		MLP		LR		SM		LDD	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
เกษตรฯ	375,447	71.04	433,205	81.97	433,206	81.97	433,206	81.97	419,394	79.36
ป่าไม้	29,246	5.53	19,049	3.60	19,031	3.60	19,031	3.60	14,155	2.68
เมืองฯ	73,645	13.94	50,935	9.64	50,952	9.64	50,952	9.64	63,286	11.98
แหล่งน้ำ	50,142	9.49	25,291	4.79	25,281	4.78	25,291	4.79	31,645	5.99
รวม	528,480	100	528,480	100	528,470	100	528,480	100	528,480	100

ตารางที่ 4 การประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2565 จากแบบจำลองกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินอ้างอิงปี พ.ศ. 2565 กรมพัฒนาที่ดิน

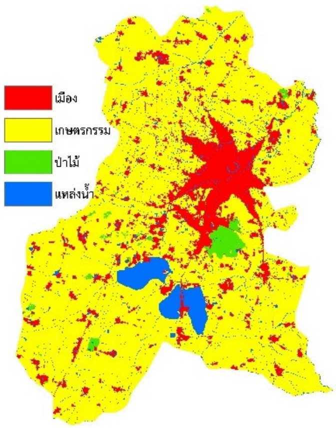
	CA Markov		MLP		LR		SM	
OA	84.92		93.02		93.02		92.99	
Kappa	63.42		79.10		79.11		79.10	
ประเภท	UA	PA	UA	PA	UA	PA	UA	PA
เกษตรฯ	96.18	86.10	94.44	97.55	94.44	97.55	94.42	97.53
ป่าไม้	46.33	95.73	58.14	78.24	58.79	79.04	58.45	78.58
เมืองฯ	67.49	78.54	95.00	76.46	94.77	76.30	94.75	76.29
แหล่งน้ำ	48.70	77.17	90.95	72.69	90.95	72.69	90.95	72.69

หมายเหตุ: Overall Accuracy (OA), User's Accuracy (UA) และ Producer's Accuracy (PA)

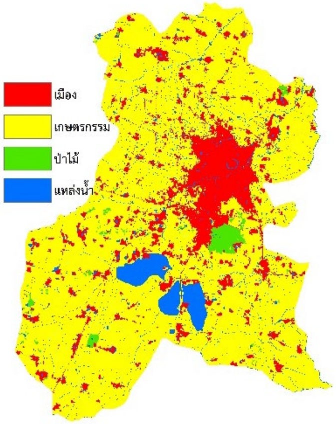
การใช้ประโยน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2565 (ข้อมูลอ้างอิง) – 2575 (ปีคาดการณ์) จะพบว่า วิธี CA-Markov มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามลำดับดังนี้ พื้นที่เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 ได้แก่ เมือง และแหล่งน้ำ ร้อยละ 7.8 และ 5.1 ตามลำดับพื้นที่ลดลงจากปี พ.ศ. 2565 ได้แก่ เกษตรกรรม และป่าไม้ ร้อยละ 12.67 และ 0.24 ตามลำดับ โดยอีก 3 วิธี มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน แต่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทั้งการเพิ่มขึ้นและการลดลงของพื้นที่ในสัดส่วนร้อยละ โดยพื้นที่เพิ่มขึ้นได้แก่ พื้นที่เมือง เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.63 ส่วนพื้นที่ลดลง ได้แก่ เกษตรกรรม และป่าไม้ โดยลดลงร้อยละ 1.63 และ 1.01 ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่แหล่งน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง



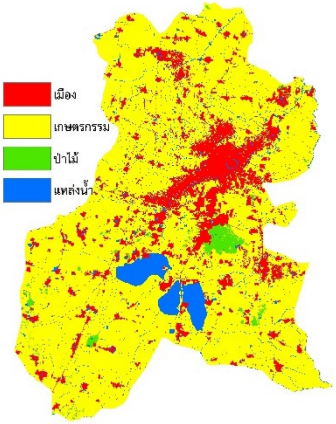
รูปที่ 14 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2575 (CAM)



รูปที่ 15 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2575 (MLP)



รูปที่ 16 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2575 (LR)



รูปที่ 17 การใช้ประโยชน์คาดการณ์ ปี พ.ศ.2575 (SM)

ตารางที่ 5 การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากแบบจำลองและอ้างอิง พ.ศ. 2575

ประเภทการใช้ประโยชน์	การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากแบบจำลอง พ.ศ. 2575							
	CA Markov		MLP		LR		SM	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
เกษตรฯ	352,434	66.69	410,768	77.73	410,772	77.73	410,772	77.73
ป่าไม้	12,895	2.44	8,848	1.67	8,845	1.67	8,845	1.67
เมืองฯ	104,526	19.78	77,219	14.61	77,218	14.61	77,218	14.61
แหล่งน้ำ	58,625	11.09	31,645	5.99	31,645	5.99	31,645	5.99
รวม	528,480	100	528,480	100	528,480	100	528,480	100

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาการจำลองการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกรณีศึกษา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ด้วยแบบจำลอง ทั้ง 2 แบบจำลอง CA-Markov (CAM) และ Land Change Modeler รวม 4 วิธีการ 1) CA-Markov 2) Multi-Layer Perceptron Neural Network (MLP) 3) Logistic Regression (LR) และ 4) Similarity Weighted Instance-based Learning (SW) วิธีการแรก CAM สะดวกในการใช้งานเนื่องจากไม่ต้องการปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ต้องการเพียงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลาในการดำเนินการคาดการณ์เท่านั้น โดยอาศัยหลักการความน่าจะเป็นของ Markov Chain โดยประเภทการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้นจริงระหว่างช่วงเวลาสองช่วงเวลามาหาขนาดและทิศทาง (เพิ่มขึ้นหรือลดลงของขนาดพื้นที่แต่ละประเภท) ถัดมาขนาดพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงจะถูกจัดสรรโดย Cellular Automata ในขณะที่ Land Change Modeler จะใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลาเช่นเดียวกับ CAM แต่เพิ่มเติมในการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการหาความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ 3 วิธี ได้แก่ MLP, LR และ SM โดยแต่ละวิธีการมีรูปแบบการหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปัจจัยที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาความถูกต้องโดยเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2565 จากการคาดการณ์จากแบบจำลองทั้ง 4 วิธี เปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากกรมพัฒนาที่ดินพบว่าในภาพรวม วิธีการ MLP LP และ SM ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่า CAM ทั้งวิธีการตรวจสอบแบบภาพรวม (Overall Accuracy) และแบบค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า (Cohen's kappa coefficient) เมื่อนำมาแยกพิจารณารายประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า ในด้านความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy: UA) และความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ (Producer's Accuracy: PA) วิธีการ MLP LP และ SM ให้ผลลัพธ์ดีกว่า วิธี CAM โดยพื้นที่เกษตรกรรมที่การคาดการณ์ที่มีความถูกต้องสูงที่สุดทั้งในแบบ UA และ PA รองลงมาได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เมือง และแหล่งน้ำตามลำดับ ยกเว้นพื้นที่ป่าไม้ที่ วิธีการ CAM ให้ผลลัพธ์ได้ดีกว่าในด้านความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ และถึงแม้ว่าผลลัพธ์ของ 3 วิธี MLP, LR และ SM มีความใกล้เคียงกันทั้งในเรื่องขนาดพื้นที่และค่าความถูกต้องก็ตาม

ภายหลังทำการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2575 ทั้ง 4 วิธี ผลลัพธ์ที่มีขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกันในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 วิธี ได้แก่ MLP, LR และ SM วิธี CAM ให้ผลที่ต่างออกไปค่อนข้างชัดเจน ในส่วนของทั้ง 3 วิธีข้างต้น (MLP, LR และ SM) ถึงแม้จะมีขนาดพื้นที่ออกมาใกล้เคียงกันอย่างมาก แต่มีรูปแบบทางพื้นที่ (Spatial pattern) หรือการจัดสรรของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use allocation) ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละวิธีการเห็นได้ชัดเจนขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพิจารณารูปแบบเน้นความเป็นเมืองเป็นหลักจะพบว่า

พื้นที่เกษตรกรรม มีความถูกต้องในการคาดการณ์สูงที่สุด หากจำแนกรายประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจะพบว่า จะกระจายออกจากพื้นที่เมืองเดิมในทุกทิศทาง ในขณะที่วิธี MLP ให้แบบกระจายจากตัวเมืองหลักออกไปและลดความสำคัญออกไปตามถนนสายหลัก คล้ายรูปปลาดาว ขณะที่วิธี LR ให้ค่าน้ำหนักจากย่านกลาง (CBD) เป็นสำคัญและให้น้ำหนักลดหลั่นเมื่อระยะทางอยู่ห่างไกลออกไป และวิธี SM ให้ค่าน้ำหนักของเมืองที่และถนนสายหลักที่เชื่อมต่อไปภูมิภาค (ทางหลวง 218 และ 219 หรือเส้นทางหลวงเอเชีย AH121) โดยภาพรวมอาจพอสรุปได้ดังนี้คือ MLP ใช้โครงข่ายประสาท (Neural Network) ใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องมือและสามารถจัดการความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรหลายตัวเหมาะสำหรับเมืองที่มีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว (Bhatti, S. S., et al, 2015) ในทางกลับกัน LR เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในหมู่นักวิจัยการสร้างแบบจำลอง LCM อย่างไรก็ตาม ความเชื่อมโยงหลายมิติเป็นหนึ่งในจุดศูนย์กลางของการวิพากษ์วิจารณ์สำหรับตัวแบบการถดถอย ซึ่งมักพบเห็นได้ในแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย (Congalton, R., 1991) เหมาะสำหรับเมืองที่ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง ส่วนวิธี SW ยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับการกำหนดค่าน้ำหนัก (Kolb, M., et al, 2013) เน้นไปที่ระยะทางจากช่วง

การเปลี่ยนผ่านมาระหว่างโซนที่เป็นไปได้ส่วนใหญ่ใกล้กับพื้นที่การเปลี่ยนแปลง โดยให้ค่าน้ำหนักในแต่ละปัจจัยในการเปลี่ยนแปลง โดยภาพรวมจะใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพื่อกำหนดบทบาทของเมืองและกิจกรรมเกี่ยวเนื่องต่าง ๆ ที่อาจจะต้องพิจารณาบริบทของการเจริญเติบโตของเมือง และเป้าหมาย ยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัด แผนพัฒนาจังหวัด ผังเมือง ผังภูมิภาคและผังประเทศประกอบ

แนวทางในการพัฒนางานวิจัยต่อไปควรคำนึงถึงในเรื่องดังต่อนี้ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและปัจจัยโดยการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งที่สำคัญ คือ การกำหนดประเภทให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (From-to) ช่วงเวลาของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ควรพิจารณาช่วงเวลาที่ไม่แคบหรือกว้างมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลต่างหรือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ขณะที่ปัจจัยก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดเลือกปัจจัยอาจนำเทคนิคทางสถิติมาช่วยในการคัดกรองปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์และมีอิทธิพลในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการของ (Cramer's V Mishra, V. N., et al, 2014) ในการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ หากค่า Cramer's V มีค่ามากกว่า 0.15 ปัจจัยนั้นมี อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถ้าค่า Cramer's V มีค่ามากกว่า 0.4 บ่งชี้ได้ว่าปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นๆ มาก และปัจจัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตหรือมีอิทธิพลสำคัญ เช่น ทางรถไปความเร็วสูง แผนความเชื่อมโยงกลุ่มอนุภูมิภาค (นครชัยบุรินทร์) การลงทุนของภาคเอกชน กิจกรรม งานเทศกาลต่าง ๆ ที่สร้างมูลค่ากับจังหวัดและสร้างรายได้ทำให้เกิดการจ้างงานและส่งผลต่อการขยายตัวของกิจกรรมเกี่ยวเนื่อง เช่น มหกรรมกีฬาต่าง ๆ ที่ทำเกิดที่พัก สถานที่ท่องเที่ยว ร้านค้าร้านอาหาร เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนสนบสนุนจากทุน Fundamental Fund ปี พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

กรมการปกครอง. (2565). *ระบบสถิติทางการทะเบียน (Official statistics registration systems).* ส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียน สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. สืบค้นวันที่ 20 กรกฎาคม 2565. https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMenu/newStat/sumyear.php/

กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด. (2563). *แผนพัฒนาจังหวัดบุรีรัมย์ (ปี 2561-2565) ฉบับทบทวน ปี 2563.* สำนักงานจังหวัดบุรีรัมย์.

เกศินี นงโพธ์, ชูเดช โลศิริ และ สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล. (2564). การติดตามและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจังหวัดอุดรธานี. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.* 24(1): 13-34.

ณัฐวุฒิ บุตรคล้อ, มานัส ศรีวณิช และนิติ เอี่ยมชื่น. (2564). การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมืองอุตสาหกรรม กรณีศึกษา อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี. *การประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference ครั้งที่ 12 (BERAC 12)* 28 มิถุนายน 2564. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 408-418.

นงนภัส ชวนกำเนิดการ (2563). *ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี ค.ศ. 2050 บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ด้วยแบบจำลอง Land Change Modeler.* ศิลปศาสตรบัณฑิต (ภูมิศาสตร์) คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิติ เอี่ยมชื่น และ วันณัชชา เทพวงศ์. (2563). การหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง.* 17(2): 79–92.

มานัส ศรีวณิช, ชลิตา เถยศิริและนิติ เอี่ยมชื่น. (2561). Modeling Urban Growth and Analyzing Urban Spatial Patterns in the City of Suratthani, Thailand. *Science Journal Chandrakasem Rajabhat University.* 28(1), 18–24.

วุฒิพงษ์ นิลจันทร์ และ นิติ เอี่ยมชื่น. (2563). การคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.* 25(1): 76–89.

Alberg, A. J. Park, J. W. Hager, B. W. Brock, M. V and Diener–West, M. (2004) The Use of "Overall Accuracy" to Evaluate the Validity of Screening or Diagnostic tests. *J Gen Intern Med.* 19(5):460–465.

Bergsma, W. (2013). A bias correction for Cramer's V and Tschuprow's T. *Journal of the Korean Statistical Society.* 42(3): 323–328. DOI: 0.1016/j.jkss.2012.10.002.

Bhatti, S. S., Tripathi, N. K., Nitivattananon, V., Rana, I. A., & Mozumder, C. (2015). *A multi–scale modeling approach for simulating urbanization in a metropolitan region.* Habitat International. 50: 354–365.

Congalton, R. (1991). *A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data.* Remote Sensing of Environment. 37(1): 35–46.

Kolb, M. and Galicia, L. (2013). *Scenarios and story lines: drivers of land use change in southern Mexico.* Environ Dev Sustain. 20: 681–702.

Mishra, V. N., Rai, P. V. and Mohan, K. (2014). *Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: A case study of Muzaffarpur (Bihar), India.* J. Geogr. Inst. Cvijic. 64(1): 111–127.

Sangermano, F. Eastman, J. R. and Zhu, H. (2010). *Similarity Weighted Instance–based Learning for the Generation of Transition Potentials in Land Use Change Modeling.* Transactions in GIS. 14(5): 569–580.

รูปแบบการจัดทำและตัวอย่างการอ้างอิง

การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทย ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา

นิติ เอี่ยมชื่น[1*], ภูมิพัฒน์ อุ่นบ้าน[1], วันณัชชา เทพวงศ์[1] และ ธิดาภัทร อนุชาญ[2]

Geo-Informatics Technology for Management of Thai Peafowl Conservation Areas in the area of Wiang Lo Wildlife Sanctuary, Phayao Province

Niti Iamchuen[1*], Phummipat Oonban[1] Wannutcha Thepwong[1] and Thidapath Anucharn[2]

[1] Research Unit of Spatial Innovation Development, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkla, 90000

[*] Corresponding author: niti018@hotmail.com

Received: August 16, 2022; Revised: August 29, 2022; Accepted: August 30, 2022

บทคัดย่อ

การสำรวจวิจัยเพื่อจัดการพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทย และการจัดทำขอบเขตโซนนิ่งพื้นที่ปกปักทรัพยากรนกยูง: ข่วงนกยูงกับรอยต่อพื้นที่ชุมชนและป่าอนุรักษ์เป็นการสำรวจภาคสนามและรวบรวมข้อมูลบริบทของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา ปัจจัยทางกายภาพที่ใช้มาวิเคราะห์ประกอบไปด้วย ตำแหน่ง/ร่องรอยของนกยูง ระดับความสูงของภูมิประเทศ ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง และแหล่งอาหาร เส้นทางเดิน พื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน และหมู่บ้าน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติคเพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีความเหมาะสมสำหรับขั้นตอนการตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยการถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายและตรวจสอบความถูกต้องโดยรวม ผลความถูกต้องเฉลี่ยมีค่า 91.43% จากนั้นนำข้อมูลความเหมาะสมในการจัดทำโซนนิ่งไปประชุมร่วมกับกลุ่มประชาชนในพื้นที่ เพื่อกำหนดพื้นที่อนุรักษ์และปักป้ายแสดงพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: นกยูงไทย, การจัดทำขอบเขต, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ, ภูมิสารสนเทศ, สมการถดถอยโลจิสติค

---

[1] หน่วยวิจัยการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

Abstract

This research survey aimed to manage and allocate the zoning for Thai peafowl conservation area in Wiang Lo Wildlife Sanctuary, Phayao. The survey and collected context data of the area were conducted. The physical factors were comprised of the location/traces of the peafowl, elevation, slope, streamline, water and food resources, natural trail, agricultural area, building zone, and village. Logistic Regression Analysis was processed in order to determine the factor affecting the peafowl's existence. The suitable factor for the peafowl was evaluated by using Simple Additive Weighting (SAW), and the overall accuracy was 91.43 percentage. Eventually, the appropriate data was raised to discuss with the community for determining the conservation area and placing a sign in the area.

Keywords: Thai peafowl, Zoning, Wiang Lo Wildlife Sanctuary, GIS, Logistic regression

บทนำ

จากข้อสั่งการของการประชุมคณะรัฐมนตรี (ครม.สัญจร) ณ จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2561 ด้านการขับเคลื่อนนโยบายเชิงพื้นที่และด้านการท่องเที่ยวให้ดำเนินงานเร่งด่วนในเรื่องเส้นทางการท่องเที่ยวเชื่อมโยงอารยธรรมล้านนา ล้านช้าง (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2561) โดยให้มีการอนุรักษ์นกยูงไทยแล้วพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อันจะเป็นจุดเด่น อัตลักษณ์หนึ่งสำคัญของพื้นที่ที่เป็นความงามทางธรรมชาติและสัมพันธ์กับวัฒนธรรมท้องถิ่นกับประเทศเพื่อนบ้าน จังหวัดพะเยา ถือเป็นดินแดนที่มีจุดเด่นทางธรรมชาติสูง หนึ่งในทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพนั้นคือ “นกยูงไทย”หรือนกยูงเขียว (Green peafowl) ซึ่งมีการกระจายพันธุ์อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา ในขณะที่สถานะตามกฎหมาย เป็นสัตว์ป่าที่จัดอยู่ในบัญชีสัตว์ป่าคุ้มครองตามกฎหมายสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าของไทย และ IUCN จัดอยู่ในบัญชี Red-List สัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered species) และจัดเป็นสัตว์ป่าในบัญชี 2 (Appendix II) แห่งไซเตส (CITES) ซึ่งในนานาประเทศนกยูงไทยพบว่าลดน้อยจำนวนลงมาก เช่น ประเทศจีนเหลืออยู่ไม่เกิน 500 ตัว ประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียได้สูญพันธุ์ไปแล้ว แต่กลับปรากฏว่า ในพื้นที่ล้านนาตะวันออกนี้มีนกยูงไทยแพร่กระจายพันธุ์เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะที่จังหวัดพะเยา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญระดับสากลได้ระบุว่า พื้นที่ผืนป่าเหล่านี้ถือเป็น The last stronghold of green peafowl in the world หรือ ฐานที่มั่นสุดท้ายของเหล่านกยูงสีเขียวในโลกที่มีอาณาเขตติดต่อกันเป็นดินแดนกว้างใหญ่ (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2563) อีกทั้งมีความสัมพันธ์กับชุมชนทั้งด้านบวกและลบ ซึ่งพบว่า นกยูงไทยได้ลงมารบกวนพื้นที่เกษตรกรรมของประชาชน ก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างคนกับสัตว์ป่า เป็นวิกฤตการณ์ที่จำเป็นต้องหาแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาให้ “คนอยู่ได้ นกยูงอยู่ได้” การอนุรักษ์สัตว์ป่าอย่างบูรณาการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่อยู่อาศัยของนกยูงไทย
2. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และจัดทำขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทย

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการวิจัยเพื่อพัฒนาจัดการพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทยในถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอในครั้งนี้ได้ศึกษานิยาม และความหมายที่เกี่ยวข้องได้แก่ การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสม การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค (Logistic Regression Analysis) การตรวจสอบความถูกต้อง (Overall accuracy) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการประยุกต์ใช้งานทางด้านภูมิสารสนเทศทั้งในและนอกประเทศ และปัจจัยหรือเหตุผลในการพิจารณาเลือกปัจจัยในการวิเคราะห์ โดยรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple additive weighting)

การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple additive weighting: SAW) เป็นการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ มีวิธีการที่ไม่ซับซ้อนในการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ โดยใช้แนวคิดการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง ในการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย และจะถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ ซึ่งวิธีการให้ค่าน้ำหนักอย่างง่ายถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค (Logistic regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค (Logistic regression analysis) เป็นการวิเคราะห์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจโดยอาศัยสมการโลจิสติคที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรทำนาย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ทวิ (Binary logistic) และการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์พหุกลุ่ม (Multinomial logistic) โดยทั่วไปแล้ว จะแบ่งเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ ซึ่งอาจมีตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและ ตัวแปรเชิงกลุม ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย มีรูปแบบการวิเคราะห์ดังนี้ (นิติ เอี่ยมชื่น, และคณะ, 2563)

$$\log\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} \dots \beta_n X_{n,i}$$ **(สมการที่ 1)**

โดย P_i = ค่าความน่าจะเป็นของกริดที่พิจารณา

i = พื้นที่ที่ทำการศึกษา

x = ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

β = ค่าสัมประสิทธ์ของสมการ

การตรวจสอบความถูกต้อง (Overall accuracy)

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แล้ว การนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องทราบความถูกต้องที่เชื่อถือของข้อมูล โดยปกติมักจะประเมินความถูกต้องด้วยการวิเคราะห์เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error matrix) ในการประเมินความถูกต้องของข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การตรวจสอบค่าความถูกต้องโดยใช้ตารางคำนวณค่าความผิดพลาด

	Reference data				
Classified data	**1**	**2**	**3**	**K**	**Row total**
1	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{1k}	n_{k+}
2	n_{21}	n_{22}	n_{23}	n_{2k}	n_{k+}
3	n_{31}	n_{32}	n_{33}	n_{3k}	n_{k+}
K	n_{k1}	n_{k2}	n_{k3}	n_{kk}	n_{k+}
Colum total	n_{+1}	n_{+2}	n_{+3}	n_{+k}	**n**

ที่มา: (Congalton, 2001)

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องทั้งหมด คำนวณจากผลรวมทั้งหมดของจำนวนจุดภาพที่ได้ และหารด้วยจำนวนทั้งหมด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการแพร่กระจาย ลักษณะทางชีววิทยาพฤติกรรม และถิ่นที่อยู่อาศัยของประชากรนกยูง พบว่ามีงานวิจัยที่มีพื้นที่ศึกษาอยู่ในประเทศไทย และอยู่ในภาคเหนือทั้งหมด 7 งานวิจัยประกอบไปด้วย จังหวัดพะเยา 3 งานวิจัย จังหวัดอุทัยธานี 3 งานวิจัย และจังหวัดเชียงใหม่ 1 งานวิจัย และงานวิจัยในต่างประเทศ 2 งานวิจัยประกอบไปด้วย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศเวียดนาม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและปัจจัยที่มีการใช้ในการศึกษาออกมาได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ปัจจัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับที่อยู่อาศัยของนกยูง

บทความเกี่ยวกับนกยูง	ความสูงต้นไม้ (ม.)	หญ้า	พุ่มไม้	อุณหภูมิ (°C)	ระยะห่างน้ำ (กม.)	แหล่งโป่ง	ป่าไม้	ความสูงเชิงเลข (ม.)	ทิศทางความลาด	ความลาดชัน	ทางน้ำ (ม.)	ชุมชน (กม.)
สิริรักษ์ (2544)		X						100-900				
กาญจน์ (2554)					0-2.8			400-600		0-10 %	0-900	0.25-5
Saridnirun et al. (2016)					0-1						100-300	1-2
Pongsak (1988)	> 20					X					< 1,000	X
ธัญวรัตน์ (2552)							X				X	X
Thunhikorn (2018)								X	X	X		
Hernowo et al. (2018)	X		X	X			X				X	
รวม	**2**	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**4**	**1**	**2**	**7**	**6**

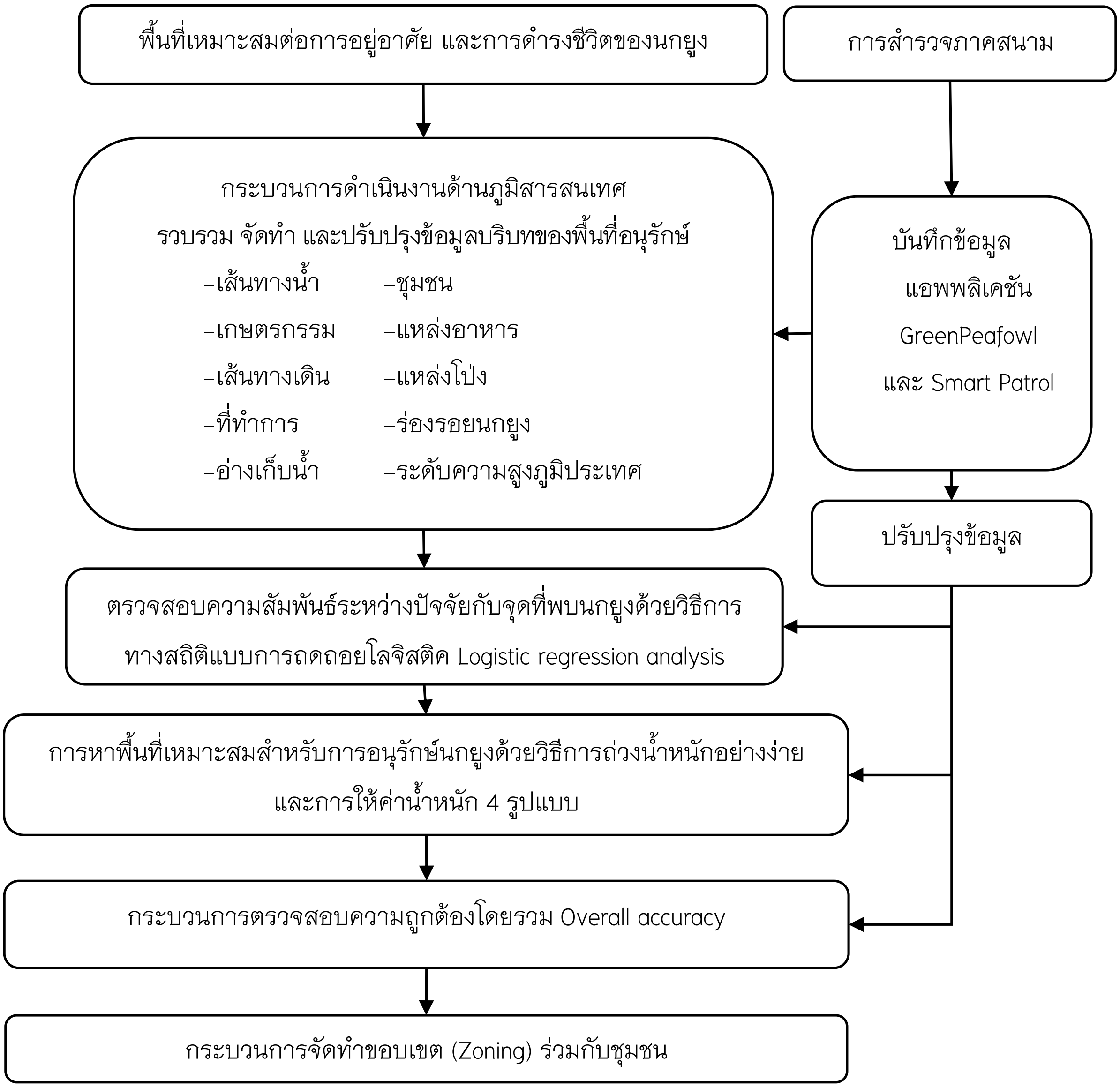
หมายเหตุ : หมายถึง x ระบุว่าใช้ปัจจัย แต่ไม่ได้ระบุเชิงปริมาณ (ตัวเลข) และเหตุผลในการพิจารณาเลือกปัจจัยในการวิเคราะห์

การเลือกปัจจัยในการศึกษาในครั้งนี้ ได้มาจากการศึกษาบทความวิจัย 9 บทความ ดังตารางที่ 2 ที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า จะเห็นได้ว่าในแต่ละปัจจัยจะมีความถี่ของการใช้ปัจจัยในการศึกษา ทางทีมผู้วิจัยจึงเลือกปัจจัยจากความถี่ที่มีมากกว่า 1 ครั้งในการนำมาใช้จากทั้ง 9 บทความ พบว่ามีทั้งหมด 8 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงของต้นไม้ อุณหภูมิ อ่างเก็บน้ำ ป่าไม้ ความสูงเชิงเลข ความลาดเท เส้นทางน้ำ และชุมชน แต่เนื่องด้วยปัจจัยความสูงของต้นไม้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ในภาพรวม (ไม่ได้สำรวจทั้งพื้นที่ศึกษา) ส่วนปัจจัยด้านป่าไม้ไม่ควรนำมาวิเคราะห์เนื่องจากพื้นที่อนุรักษ์ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ทั้งหมด และปัจจัยด้านอุณหภูมิมีข้อมูลไม่เพียงพอ ทีมผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องคัดออกให้เหลือเพียง 5 ปัจจัย ประกอบไปด้วย ชั้นข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ระดับความสูงเชิงเลข ความลาดชัน เส้นทางน้ำ และชุมชน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการสำรวจวิจัยเพื่อพัฒนาจัดการพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทยในถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ รวมถึงตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลก่อนนำข้อมูลมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติคเพื่อคัดกรองปัจจัยที่จะนำมาใช้ และแยกค่าของเซลล์ดูการกระจายตัวของแต่ละปัจจัย เพื่อจึงนำไปสู่ขั้นตอนการตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยการถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และใช้วิธีการตรวจสอบความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลด้วยการตรวจสอบความถูกต้องโดยรวมเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือทางวิชาการ และนำผลลัพธ์ไปให้ชุมชนเพื่อคัดกรองพื้นที่ในการจัดทำข่วงอนุรักษ์นกยูงต่อไป

ภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจวิจัยเพื่อพัฒนาจัดการพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทยในถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาตินั้นจะมีขั้นตอนหลัก ประกอบไปด้วย กระบวนการดำเนินงานด้านภูมิสารสนเทศ คือการรวบรวมและจัดข้อมูลบริบทของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างจุดที่พบนกยูงและปัจจัยที่เกี่ยวข้องและคัดกรองแต่ละปัจจัยก่อนนำไปวิเคราะห์ผลลัพธ์แบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกยูง ภายหลังนำผลลลัพธ์มาตรวจสอบความถูกต้องโดยรวม โดยทุกขั้นตอนข้างต้นได้นำข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามที่ผ่านการปรับปรุงข้อมูลมาพิจารณาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ (รูปที่ 1) ก่อนขั้นตอนสุดท้ายจะนำข้อมูลเชิงวิชาการจากกระบวนการทางภูมิสารสนเทศผลิตเป็นแผนที่ไปใช้ในการวางแผนร่วมกับชุมชนในการกำหนด เขตพื้นที่อนุรักษ์นกยูง (ข่วง) ก่อนนำเทคนิควิธีและผลลัพธ์ไปถ่ายทอด (ข้อมูลป้อนกลับ) สู่เจ้าหน้าที่ป่าไม้ คณะกรรมการชุมชนและผู้ที่สนใจต่อไป



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การเตรียมข้อมูล

ในขั้นการเตรียมความพร้อมของข้อมูล ทีมผู้วิจัยได้รวบรวม ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data scrubbing) เพื่อแยกรายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกจากชุดข้อมูลที่ใช้งาน เช่น พบนกยูงที่ระดับความสูงเกินกว่าระดับความสูงในพื้นที่หรือพิกัดที่พบตกอยู่ในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ (เกิดจากสภาพอากาศแปรปรวนค่าพิกัดผิดพลาด) รวมไปถึงปรับรูปแบบของข้อมูลให้เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งหมด และการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดระบบเส้นโครงแผนที่ (Map projection) ให้กับทุกชั้นข้อมูลเป็นระบบ World geodetic system : WGS 1984 Zone 47 ซึ่งจะมีปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 8 ปัจจัย ที่ได้จากการทบทวนเอกสาร 5 ปัจจัยและจากการสำรวจภาคสนามโดยเจ้าหน้าที่ป่าไม้ในพื้นที่ผ่านแอพพลิเคชัน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความลาดเท (Slope) ความสูงเชิงเลข (Dem) อ่างเก็บน้ำ (Water) ระยะห่างจากหมู่บ้าน (Village) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (Stream) 2) พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture) เส้นทางสำรวจธรรมชาติ (Line transect) ระยะห่างจากที่ทำการ (Office) กับตำแหน่งที่พบนกยูงและร่องรอยของนกยูง ตามลำดับ จากนั้นนำปัจจัยทั้งหมดมาสร้างระยะห่างจากแนวเขตของพื้นที่อนุรักษ์ออกไป 5 กิโลเมตรโดยกำหนดขนาดจุดภาพ เท่ากับ 40 เมตรทุกปัจจัย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติค (Logistic regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับจุดตำแหน่งที่พบนกยูงและร่องรอยต่าง ๆ ของนกยูง โดยการวิเคราะห์จะใช้ข้อมูลปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัย โดยข้อมูลตำแหน่งจะทำการสร้างระยะห่างจากตำแหน่ง 4 ระยะ ประกอบไปด้วย ระยะห่างจากตำแหน่ง 40 เมตร 100 เมตร 500 เมตร และ 1,000 เมตร เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย กับแต่ละช่วงระยะห่างที่กำหนด โดยมีวิธีการวิเคราะห์คือ ทำการสุ่มจุด และดึงค่าระยะห่างจากไฟล์ข้อมูลระยะห่าง ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ของแต่ปัจจัย โดยใช้โปรแกรมแปลง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้สมการที่ 1

การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple additive weighting)

การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย เป็นการให้ค่าถ่วงค่าน้ำหนักค่าคะแนน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม โดยการให้ค่าคะแนนได้มาจากการแบ่งช่วงของกราฟจากการ Reclassify และให้คะแนนช่วงที่มีการพบของแต่ละปัจจัย โดยให้ช่วงที่มีการพบจำนวนมากที่สุด คือ 5 รองลงมา คือ 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ โดยปัจจัยที่จะนำเข้ามาวิเคราะห์ผ่านการคัดกรองจากขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติคซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ โดยใช้หลักการการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สมการที่ 1

การตรวจสอบความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy)

กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องจากการวิเคราะห์เป็นกระบวนการที่นำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์มาตรวจความถูกต้องโดยใช้การวิเคราะห์ (Error matrix) เพื่อหาความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องจากทั้งสองชุดข้อมูล (ข้อมูลอ้างอิง และจุดตรวจสอบ) ว่ามีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด วิธีการ คือ นำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทั้ง 4 ระยะ มาตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลตำแหน่งที่พบนกยูงและร่องรอยที่ได้จากการสำรวจ โดยจะนำผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 แบบมาแบ่งช่วงความเหมาะสมออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด จากนั้นจะนำจุดตำแหน่งที่พบนกยูงและร่องรอย มาซ้อนทับเพื่อดึงค่าความเหมาะสม มาคำนวนร้อยละความถูกต้อง โดยการคำนวนความถูกต้องจะคิดเพียงช่วงความเหมาะสมปานกลาง มาก มากที่สุด เท่านั้น และนำไปตรวจสอบแล้วพบว่าความถูกต้องโดยใช้สมการที่ 1

กระบวนการจัดทำขอบเขต (Zoning) ร่วมกับชุมชนและการถ่ายทอดข้อมูลป้อนกลับ

การจัดทำขอบเขต (Zoning) คือ การคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดทำขอบเขต โดยทีมผู้วิจัยได้ติดต่อพบปะและพูดคุยกับกลุ่มแกนนำข่วงนกยูง 6, 9 ชุมชนต้นแบบอนุรักษ์นกยูงไทย ตำบลห้วยข้าวก่ำ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นชุมชนที่มีการจัดการแหล่งท่องเที่ยวและเฝ้าดูนกยูงอยู่แล้ว นอกจากนี้ข่วง 6, 9 ยังเป็นพื้นที่ที่มีรอยต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลออีกด้วย ในการพบปะพูดคุยกับแกนนำ ทีมผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์ของพื้นที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายให้เป็นข้อมูลแก่แกนนำเพื่อประกอบการตัดสินใจระบุตำแหน่งพื้นที่ Zoning จากข้อมูลที่มีหลังจากนั้นจะร่วมกันออกแบบป้ายพร้อมด้วยข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ เช่นแหล่งอาหาร เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติของชุมชน เป็นต้น

ในขณะที่การถ่ายทอดข้อมูลป้อนกลับ จะเป็นการอธิบายเชิงวิชาการถึงที่มาของการเลือกพื้นที่ในกระบวนการทางภูมิสารสนเทศและเทคนิควิธีการได้มาของข้อมูล การวิเคราะห์จนได้มาซึ่งเขตพื้นที่ในแผนที่ ก่อนเข้าสู่กระบวนการชุมชนเพื่อคัดเลือก (กรองพื้นที่ที่ชุมชนเห็นว่ามีความเหมาะสม) ซึ่งนำไปถ่ายทอดทั้งฝั่งชุมชน (ชาวบ้าน คณะกรรมการชุมชน และรวมไปถึงเจ้าหน้าที่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ) เพื่อเป็นการส่งต่อองค์ความรู้ในการบริหารและจัดการพื้นที่เชิงวิชาการในการอนุรักษ์นกยูงไทยร่วมกันในรูปแบบประชารัฐและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อไปอย่างยั่งยืน

ผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์การจัดทำขอบเขต (Zoning) เพื่อปกปักทรัพยากรฯ นกยูง : ข่วงนกยูงกับรอยต่อพื้นที่ชุมชนและป่าอนุรักษ์ (Buffer zone) และการจัดการพื้นที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติในพื้นที่ โดยการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการอยู่อาศัยของนกยูง เพื่อพยากรณ์แหล่งที่อยู่อาศัยของนกยูง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอสามารถแบ่งผลการศึกษาหลักออกเป็น 5 หัวข้อได้แก่ **ส่วนแรก** ประกอบไปด้วยลักษณะ บริบททั่วไปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ **ส่วนที่สอง** ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูงในรูปแบบสถิติเชิงพื้นที่ (Geostatistics) เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยที่ทำการคัดเลือกมานั้นสัมพันธ์ต่อการพบนกยูง **ส่วนที่สาม** คือ การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสม (Site suitability analysis) ของที่อยู่อาศัยของนกยูง **ส่วนที่สี่** คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทวนสอบความถูกต้อง (Validation) เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มามีความน่าเชื่อถือ **ส่วนที่ห้า** คือ การจัดทำขอบเขต (Zoning) เพื่อจัดทำพื้นที่อนุรักษ์นกยูงในพื้นที่เวียงลอ (ข่วง 6, 9) และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนและหน่วยงานภาครัฐในการบริหารจัดการร่วมกันเพื่อ คนป่าและนกยูงสามารถอยู่ร่วมกันได้

บริบททั่วไปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ ตั้งอยู่ทางตอนกลางของจังหวัดพะเยา มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ อำเภอเชียงคำ อำเภอจุน อำเภอปง และอำเภอดอกคำใต้ มีพื้นที่ทั้งหมด 236,738 ไร่ หรือ 379 ตารางกิโลเมตร มีระยะทางจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกโดยประมาณ 15 กิโลเมตร และมีระยะทางจากทิศเหนือไปยังทิศใต้โดยประมาณ 25 กิโลเมตร มีหมู่บ้านที่อยู่รอบ ๆ มีทั้งหมด 202 หมู่บ้าน มีลำห้วยทั้งหมด 2,417 สาย ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับเนินเขาเป็นลูกระนาดตลอดพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่อยู่ในช่วงประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ มีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 354-1,146 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง (Mean sea level: MSL) ประกอบด้วยป่า 2 ชนิด คือ ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง มีอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 23 อ่าง และแบ่งลักษณะอากาศออกเป็น 3 ฤดู ในแต่ละฤดูจะมีอุณหภูมิ ดังนี้ ฤดูร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 องศาเซลเซียส ฤดูฝน มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส และฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 21 องศาเซลเซียส

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูง เป็นการคัดกรองและตรวจสอบปัจจัยที่ได้ทำการคัดเลือกจากการทบทวนงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าปัจจัยที่ได้เลือกมานั้นเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับพื้นที่ศึกษา โดยหาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคและพื้นที่ใต้โค้งที่หาได้จาก (Receiver operating characteristic curve: ROC) โดยค่า ROC เป็นค่าที่บ่งบอกความถูกต้องในการพยากรณ์ของข้อมูลในพื้นที่ใต้โค้ง จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 โดยที่หากค่าเข้าใกล้ 0 คือ ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือต่ำ แต่หากค่าเข้าใกล้ 1 คือ ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง ขณะที่ค่าของแต่ละปัจจัยกับระยะทางจะมีค่าบวก (แปรผันตรง) และค่าลบ (แปรผกผัน) เช่น ความลาดชัน ค่าเป็นลบหมายถึงยิ่งความลาดชันมีค่ามาก (พื้นที่ชันมาก) จะพบนกยูงน้อยลง เป็นต้น พบว่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ มีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้าน ความลาด ความสูงเชิงเลข เส้นทางน้ำ แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับระยะทางการพบนกยูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ

ปัจจัย	ตำแหน่งนกยูงกับระยะกันชน (Buffer)			
	40 m	100 m	500 m	1,000 m
ความลาด	–.004	–.007	–.015	–.031
ความสูงเชิงเลข	.000	.000	.000	.001
อ่างเก็บน้ำ	.000	.000	.000	.000
พื้นที่เกษตรกรรม	.000	.000	.000	.000
เส้นทางสำรวจธรรมชาติ	.000	.000	.000	.000
ขอบเขตที่ทำการอุทยาน	.000	.000	.000	.000
หมู่บ้าน	.000	.000	.000	.000
เส้นทางน้ำ	.000	.000	.000	–.001
ค่าคงที่ (Constant)	–4.289	–3.180	–.421	1.421
ROC	.720	.703	.685	.755

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยของนกยูง

จากการนำปัจจัยมาซ้อนทับกับตำแหน่งของจุดที่พบนกยูงจะทำให้ทราบว่า ณ ปัจจัยต่าง ๆ นกยูงมีการกระจายไปในลักษณะใดบ้าง และจะพบว่าสามารถแบ่งช่วงของปัจจัยให้เหมาะสมได้ตามตารางที่ 4 จะทราบความถี่ในแต่ละช่วงของการแบ่งในแต่ละปัจจัย เพื่อกำหนดค่าคะแนนตามความถี่ที่แตกต่างกันออกไป

ภายหลังได้ช่วงการแบ่งค่าคะแนนของปัจจัย จากการเปรียบเทียบและพิจารณาจากตารางข้างต้น จะทำให้ได้ค่าช่วงหรือค่าคะแนนของแต่ละช่วงของปัจจัยที่สัมพันธ์กับความถี่แล้วจะนำปัจจัยมาทำการหาค่าน้ำหนักเปรียบเทียบต่อไป โดยในการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยของนกยูง จะแบ่งการให้ค่าน้ำหนักออกเป็น 4 แบบได้แก่

แบบที่ 1) ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพทั้ง 6 ปัจจัยที่มีข้อมูลครบทุกพื้นที่

แบบที่ 2) ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย เช่นเดียวกันกับแบบที่ 1 แต่เพิ่มปัจจัยแต่ละพื้นที่เข้ามา โดยพื้นที่ไหนมีข้อมูลมากใช้มาก พื้นที่ไหนมีน้อยใช้น้อย

แบบที่ 3) เป็นการให้ค่าน้ำหนักตามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูง ซึ่งการให้จะดูจากปัจจัยในช่วงระยะรัศมี 40 เมตร 100 เมตร 500 เมตร และ 1,000 เมตร โดยปัจจัยตัวใดสัมพันธ์กับช่วงรัศมีทั้งหมด 4 ช่วง จะให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 5 หากปัจจัยสัมพันธ์กับช่วงรัศมี เพียง 3 ช่วง การให้ค่าน้ำหนักก็จะลดลงมาเป็น 4 ปัจจัยสัมพันธ์กับช่วงรัศมี เพียง 2 ช่วง ค่าน้ำหนักก็จะให้เป็น 3 ปัจจัยสัมพันธ์กับช่วงรัศมี เพียง 1 ช่วง ค่าน้ำหนักก็จะให้เป็น

2 และหากปัจจัยสัมพันธ์กับช่วงรัศมี เพียง 0 ช่วง ค่าน้ำหนักก็จะให้เป็น 1 ซึ่งในการดูความสัมพันธ์จะพิจารณาจากจุดทศนิยม 3 ตำแหน่งเท่านั้น

แบบที่ 4) เป็นการให้ค่าน้ำหนักตามปัจจัยที่ได้จากการทบทวนบทความวิจัยทั้ง 9 งาน จะคล้ายกับแบบที่ 3 โดยพิจารณาจากปัจจัยตัวใดที่มีการนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับนกยูง หากมีการใช้มากจะให้ค่าน้ำหนักมาก ถ้าปัจจัยถูกนำมาใช้ในการศึกษาน้อย การให้ค่าน้ำหนักก็จะลดลงมา โดยปัจจัยที่ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ 7 งานขึ้นไป จะให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 5 หากถูกนำมาใช้ 5-6 งาน จะให้ค่าน้ำหนัก 4 ถูกนำมาใช้ 3-4 จะให้ค่าน้ำหนัก 3 ถูกนำมาใช้ 2 จะให้ค่าน้ำหนัก 2 และหากถูกนำมาใช้ 1 จะให้ค่าน้ำหนัก 1 ซึ่งจะแสดงการให้คะแนนทั้ง 4 ระยะ ดังตารางที่ 5 รูปที่ 2

ตารางที่ 4 ช่วงการพบนกยูงในแต่ละปัจจัยและจำนวนร้อยละ

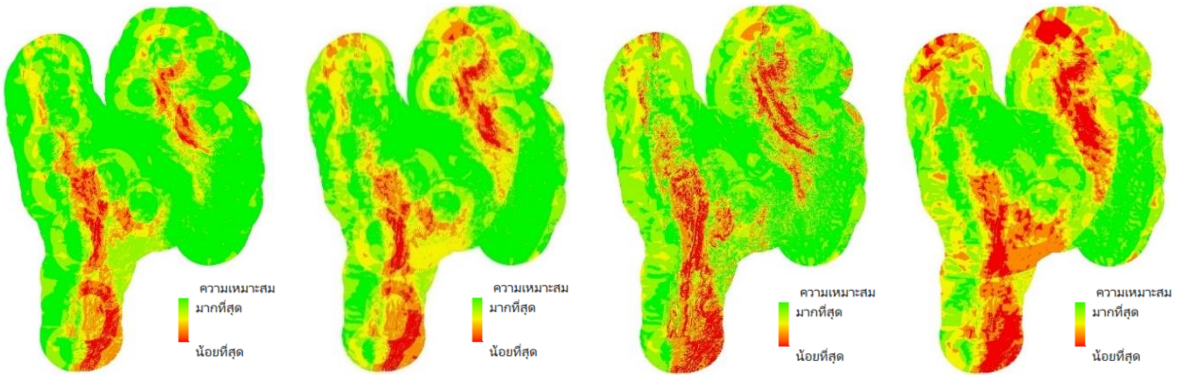
ความลาด				**ความสูงเชิงเลข**				**อ่างเก็บน้ำ**				**พื้นที่เกษตรกรรม**			
ช่วง	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**
	N	**%**			N	**%**			N	**%**			N	**%**	
0-10	40	19	4	0-200		–	1	0-1,000	33	15	4	0-500	129	61	5
10-20	80	38	5	200-400	9	4	4	1,000-2,000	47	22	3	500-1,000	33	15	4
20-30	44	21	3	400-600	164	77	5	2,000-3,000	48	23	1	1,000-1,500	21	10	4
30-40	34	16	2	600-800	35	16	3	3,000-4,000	57	27	2	1,500-2,000	13	6	3
> 40	15	7	1	> 800	5	2	2	> 4,000	28	13	5	> 2,000	17	8	2
รวม	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**	
เส้นทางสำรวจธรรมชาติ				**ขอบเขตที่ทำการอุทยาน**				**หมู่บ้าน**				**เส้นทางน้ำ**			
ช่วง	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**	**ช่วง**	**นกยูง+ร่องรอย**		**ค่าน้ำหนัก**
	N	%			N	%			N	%			N	%	
0-5,000	117	55	5	0-1,0000	129	61	5	0-1,000	43	20	3	0-200	134	63	5
5,000-10,000	23	11	3	1,0000-20000	65	31	4	1,000-2000	87	41	5	200-400	56	26	4
1,0000-15000	36	17	2	20000-30000	19	9	2	2000-3000	39	18	4	400-600	12	6	3
15000-20000	16	8	1	30000-40000		–	3	3000-4000	29	14	3	600-800	6	3	2
> 20000	21	10	4	> 40000		–	1	> 4000	15	7	2	> 800	5	2	1
รวม	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**		**รวม**	**213**	**100**	

หมายเหตุ : N คือ จำนวน, % คือ ร้อยละ

ตารางที่ 5 ปัจจัยและรูปแบบการให้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยนกยูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ

ปัจจัย	ช่วง	คะแนน	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
	0-10	4				
	10-20	5				
ความลาด	20-30	3	1	1	5	2
	30-40	2				
	มากกว่า 40	1				
	0-200	1				
	200-400	4				
ความสูงเชิงเลข	400-600	5	1	1	2	3
	600-800	3				
	มากกว่า 800	2				
	0-1,000	4				
	1,000-2000	3				
อ่างเก็บน้ำ	2000-3000	1	1	1	1	2
	3000-4000	2				
	มากกว่า 4000	5				
	0-500	5				
	500-1,000	4				
พื้นที่เกษตรกรรม	1,000-1500	4	1	1	1	4
	1500-2000	3				
	มากกว่า 2000	2				
	0-5000	5				
	5000-1,0000	3				
เส้นทางสำรวจธรรมชาติ	1,0000-15000	2	ไม่ได้ใช้	1	1	5
	15000-20000	1				
	มากกว่า 20000	4				
	0-1,0000	5				
	1,0000-20000	4				
ขอบเขตที่ทำการอุทยาน	20000-30000	2	ไม่ได้ใช้	1	1	5
	30000-40000	3				
	มากกว่า 40000	1				
	0-1,000	3				
	1,000-2000	5				
หมู่บ้าน	2000-3000	4	1	1	1	4
	3000-4000	3				
	มากกว่า 4000	2				
	0-200	5				
	200-400	4				
เส้นทางน้ำ	400-600	3	1	1	2	5
	600-800	2				
	มากกว่า 800	1				

หมายเหตุ : แบบที่ 1 (ใช้ 6 ปัจจัยเท่า ๆ กัน ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย), แบบที่ 2 (ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย), แบบที่ 3 (ให้ค่าน้ำหนักตาม Logistic), แบบที่ 4 (ให้ค่าน้ำหนักตามการทบทวนบทความ)



แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 แบบที่ 4

รูปที่ 2 พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยนกยูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ

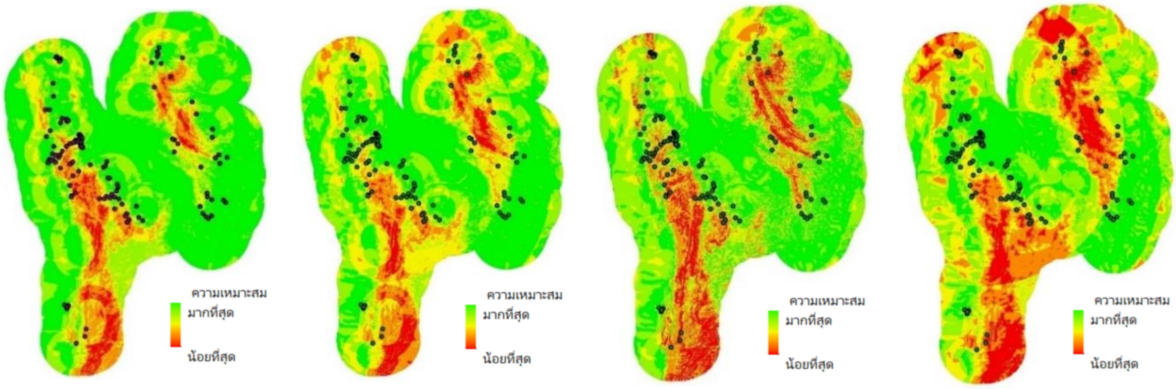
การตรวจสอบความถูกต้อง

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยนกยูง จะทำการตรวจโดยการใช้ข้อมูลตำแหน่งที่พบนกยูงและร่องรอยต่าง ๆ ของนกยูงที่ได้จากการสำรวจจาก แอปพลิเคชัน Green Peafowl และ Smart Patrol โดยจำนวนที่ใช้ในการทวนความถูกต้องของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ 213 จุด แล้วนำมาตรวจสอบกับผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ระยะ โดยนำมาพิจารณาเพียงช่วงความเหมาะสมที่มากที่สุด พบว่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ แบบที่ 1 มีร้อยละอยู่ที่ 41.78 แบบที่ 2 มีร้อยละอยู่ที่ 56.34 แบบที่ 3 มีร้อยละอยู่ที่ 38.03 และในแบบที่ 4 มีร้อยละอยู่ที่ 58.69 ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 3

ตารางที่ 6 ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย

แบบถ่วงน้ำหนัก	Slope	Dem	Water	Agriculture	Village	Stream	line	office	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ผลรวม
แบบที่ 1	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้			0	6.57	15.49	36.2	41.78	31.16	93.47
แบบที่ 2	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	0	5.63	20.19	17.8	56.34	31.44	94.33
แบบที่ 3	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	0.47	9.39	29.11	23	38.03	30.05	90.14
แบบที่ 4	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	1.88	10.3	16.9	12.2	58.69	29.26	87.79
จุดที่พบนกยูงและร่องรอย												**213**			

หมายเหตุ : แบบที่ 1 (ใช้ 6 ปัจจัยเท่า ๆ กัน ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย), แบบที่ 2 (ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย), แบบที่ 3 (ให้ค่าน้ำหนักตาม Logistic), แบบที่ 4 (ให้ค่าน้ำหนักตามทบทวนบทความวิจัยทางด้านปัจจัย) ค่าเฉลี่ย คือ ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมปานกลาง มาก และมากที่สุด ผลรวม คือ ผลรวมของความเหมาะสมปานกลาง มาก และมากที่สุด

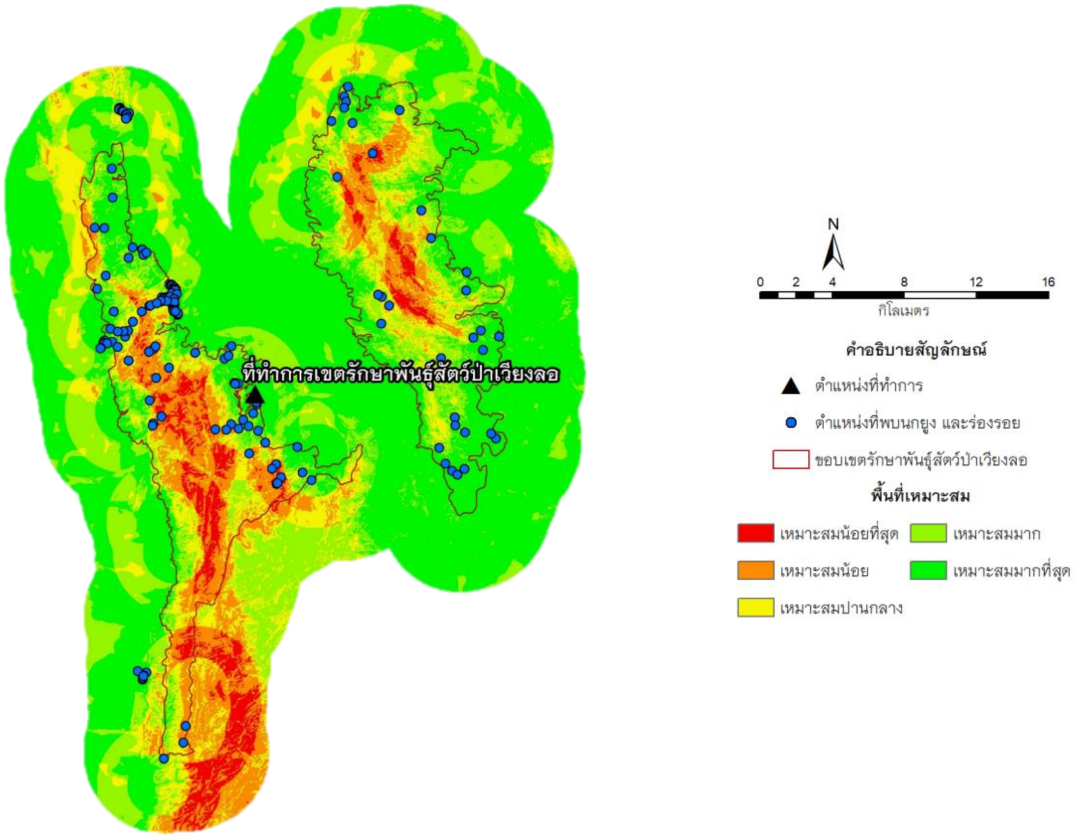


ใช้ 6 ปัจจัย ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย	ใช้ 8 ปัจจัย ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย	ใช้ 8 ปัจจัย ให้ค่าน้ำหนักตามผลของ Logistic	ใช้ 8 ปัจจัย ให้ค่าน้ำหนักตามทบทวนงานวิจัย

รูปที่ 3 การตรวจสอบความถูกต้องเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ

กระบวนการจัดทำขอบเขต (Zoning) ร่วมกับชุมชน

การจัดทำขอบเขต (Zoning) เป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์นกยูง โดยจะดำเนินการใน 2 พื้นที่ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ (บริเวณข่วง 6,9) จากการวิเคราะห์การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นพื้นที่เหมาะสม โดยแบ่งสีตามความเหมาะสมของพื้นที่ประกอบไปด้วย สีเขียวอ่อน หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด สีเขียวแก่ หมายถึง มีความเหมาะสมมาก สีเหลือง หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง สีส้ม หมายถึงมีความเหมาะสมน้อย และ สีแดง หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุดดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลลัพธ์ของพื้นที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์

จากนั้นจึงนำข้อมูลจากแผนที่ความเหมาะสมเข้าพบปะพูดคุยกับแกนนำชุมชนเพื่อร่วมกันคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมที่จะจัดทำเป็นพื้นที่อนุรักษ์นกยูง (ขอบเขต Zoning) และสะดวกต่อการบริหารจัดการของชุมชนรวมไปถึงการร่วมกันออกแบบป้ายและข้อมูลที่สำคัญสำหรับติดตั้งในบริเวณ พื้นที่อนุรักษ์นกยูง ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 การเสวนาเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการจัดทำพื้นที่ปกปักทรัพยากรนกยูงบริเวณชุมชน

พื้นที่เหมาะสมที่คัดเลือกร่วมกับชุมชน

แบบป้ายพื้นที่อนุรักษ์นกยูง

รูปที่ 6 พื้นที่เหมาะสมจากการคัดเลือกร่วมกับชุมชนให้จัดตั้งเป็นบริเวณข่วงนกยูง และแบบป้ายพื้นที่อนุรักษ์นกยูง

จากกระบวนการจัดทำขอบเขต (Zoning) ได้ข้อสรุปว่าบริเวณข่วง 6,9 ต.ห้วยข้าวก่ำ อ.จุน ต้องการติดตั้งป้ายแสดงเพื่อระบุพื้นที่อนุรักษ์นกยูง จำนวน 2 ป้าย ได้แก่บริเวณสามแยกเข้าทางเดินศึกษาธรรมชาติด้านทิศเหนือ และบริเวณจุดรวมพลก่อนทางเข้าสู่จุดส่องนกยูง ซึ่งบริเวณนั้นเป็นพื้นที่ที่พบนกยูงลงมาหาอาหารค่อนข้างบ่อย และจากการสำรวจภาคสนามทีมผู้วิจัยก็ได้พบเห็นเช่นเดียวกัน ท้ายที่สุดเป็นการติดตั้งป้ายพื้นที่อนุรักษ์นกยูงในพื้นที่จริง ทีมวิจัย และผู้นำชุมชน ร่วมกันติดตั้งป้าย โดยในพื้นที่ข่วง 6,9 ต.ห้วยข้าวก่ำ อ.จุน ติดตั้งจำนวน 2 แผ่นป้าย

กระบวนการป้อนคืนข้อมูลสู่ชุมชนและหน่วยงาน

จากกระบวนการทำ Zoning หรือพื้นที่อนุรักษ์ข่วงนกยูงจากข้อมูลเชิงวิชาการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งเทคนิควิธีการทางภูมิสารสนเทศตลอดจนการนำสถิติและการนำเอาข้อมูลปัจจัยมาใช้เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักค่าคะแนนและการทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งหมดจะนำมาถ่ายทอดย้อนกลับหรือการป้อนคืนข้อมูลสู่ชุมชนและหน่วยงานในพื้นที่ให้สามารถเข้าใจ และนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความร่วมมือร่วมกันในการอนุรักษ์นกยูงภายใต้หลักคิดเชิงวิชาการและการอยู่ร่วมกันได้ จึงเกิดการอบรมเชิงบูรณาการถ่ายทอดวิชาการองค์ความรู้ขึ้น และร่วมแลกเปลี่ยนในและมีการประเมินการอบรมเพื่อนำมาปรับใช้และสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และมีการปรับปรุงเพื่อให้ผลงานออกมาดียิ่ง ๆ ขึ้นไปในอนาคตเพื่อสร้างความยั่งยืน โดยมีการอบรม (รูปที่ 7) หลังการอบรมมีการแจกแบบสอบถามออนไลน์สำหรับผู้เข้าร่วมอบรมใช้ในการประเมินผล (ภาคผนวก

แบบสอบถามออนไลน์) โดยผลการประเมินมีดังนี้ (รูปที่ 8) กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุระหว่าง 26-60 ปี เป็นเพศชายทั้งหมด มีทั้งเป็นเจ้าหน้าที่ของภาครัฐและเอกชน อัตราส่วน 9:1 เมื่อสอบถามเรื่อง ความรู้พื้นฐานทาง GIS ก่อนเข้ารับการอบรม พบว่า มากกว่าร้อยละ 50 มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ที่เหลือพอมีความเข้าใจบ้าง (ร้อยละ 40) หลังอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในส่วนของ Zoning ภาพรวมก่อนและหลังความรู้มีความรู้ที่เพิ่มขึ้น จากก่อนเข้ารับการอบรม เข้าใจเล็กน้อย และเข้าใจระดับปานกลาง หลังการอบรมเข้าใจดีขึ้น (มาตราส่วนวัดจากค่าน้อยไปมาก จากระดับ 2 และระดับ 3 หลังอบรมปรับมาที่ระดับ 4) ในส่วนของความน่าเชื่อถือของกระบวนการการดำเนินงาน และความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ภาพรวม ส่วนมากมีความเชื่อถือในระดับมาก (ระดับที่ 4) และมากที่สุด (ระดับ 5) ส่วนปัจจัยที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ให้ความน่าเชื่อถือในระดับมาก โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับความน่าเชื่อถือระดับมากและมากที่สุด และเมื่อสอบถามเป็นรายปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์พื้นที่ Zoning ผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละปัจจัยก็อยู่ในเกณฑ์ความน่าเชื่อถือในระดับมาก

รูปที่ 7 การอบรมเชิงปฏิบัติการ Zoning และการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนและหน่วยงานของรัฐ

รูปที่ 8 สรุปผลข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามออนไลน์

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษารวบรวมงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับนกยูง เพื่อใช้ในการเลือกปัจจัยมาใช้ในการศึกษาการจัดทำขอบเขต (Zoning) โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูง การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยของนกยูง การตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจ ในการเลือกพื้นที่อนุรักษ์นกยูง และการจัดทำขอบเขต (Zoning) เพื่อจัดทำพื้นที่อนุรักษ์นกยูงไทย จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการพบนกยูง พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์มีทั้งหมด 9 ปัจจัย คือ ความลาด ความสูงเชิงเลข อ่างเก็บน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม แหล่งอาหาร ขอบเขตที่ทำการอุทยาน หมู่บ้าน และเส้นทางน้ำ ซึ่งในแต่ละพื้นที่นั้นจะมีความสัมพันธ์ทั้งแบบแปรผันตรงและแปรผกผัน โดยพบว่ามีอยู่ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทุกพื้นที่อนุรักษ์ ได้แก่ ความลาด ความสูงเชิงเลข และเส้นทางน้ำ สอดคล้องกับงานของ (Thunhikorn et al., 2018)

จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยของนกยูงทั้ง 4 ระยะ และการตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งจากการเปรียบเทียบตามรายพื้นที่อนุรักษ์ จะพบว่า แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 นั้นให้ค่าร้อยละความถูกต้อง โดยคิดเพียงช่วงความเหมาะสมที่มากที่สุด มีร้อยละของความถูกต้องอยู่ที่ 41.78, 56.34, 38.03, และ 58.69 ตามลำดับ โดยคิดผลรวมความเหมะสม ปานกลาง มาก และมากที่สุด พบว่า แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 มีความถูกต้องร้อยละ 93.47, 94.33, 90.14, และ 87.79 ตามลำดับ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมของที่อยู่อาศัยของนกยูงได้นำไปร่วมหารือกับแกนนำชุมชนของ 2 พื้นที่ ได้แก่ ข่วงอนุรักษ์นกยูง 6, 9 ต.ห้วยข้าวก่ำ อ.จุน จ.พะเยา (บริเวณเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเวียงลอ) โดยได้ข้อสรุปว่าพื้นที่ข่วงอนุรักษ์นกยูง 6, 9 ต้องการติดตั้งป้ายเพื่อระบุเป็นพื้นที่ Zoning พื้นที่ละ 2 แผ่นป้าย การถ่ายทอดข้อมูลและผลลัพธ์สู่ชุมชนและหน่วยงานผ่านการอบรม เพื่อความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในหลักคิด “คนอยู่ได้ นกยูงอยู่ได้” พร้อมแลกเปลี่ยนความคิด และประเมินผลการอบรมโดยใช้แบบสอบถามเพื่อนำไปพัฒนาผลงานต่อยอดหลักการและความคิดในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการบูรณาการท่องเที่ยวของกลุ่มจังหวัด ตามงบประมาณ พ.ศ. 2563 กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน 2 เรื่องการอนุรักษ์นกยูงไทยด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กาญจน์ สฤษดิ์นิรันดร์. (2554). *การแพร่กระจายตามฤดูกาลและถิ่นที่อยู่ของนกยูงเขียว Pavo muticus Linnaeus, 1766 ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา*. กรุงเทพฯ: สาขาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรวัฒน์ ดำแก้ว. (2552). *การแพร่กระจายตามฤดูกาลและโครงสร้างประชากรของนกยูงเขียว Pavo muticus linnaeus, 1766 ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอนสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่*. กรุงเทพฯ: สาขาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง. (2552). ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมและการใช้พื้นที่ของมนุษย์ต่อความชุกชุมของประชากรนกยูง Pavo muticus บริเวณห้วยเสลาและห้วยสองทาง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิติ เอี่ยมชื่น และ วันณัชชา เทพวงศ์. (2563). การพยากรณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง CLUmondo กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่, 1*(2), 1–13.

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. (2561). *"บิ๊กตู่" ลงพื้นที่ครม. สัญจรเชียงราย-พะเยา 29-30 ต.ค. นี้.* สืบค้นจาก https://www.prachachat.net/politics/news-239279

มหาวิทยาลัยพะเยา. (2563). *ฐานที่มั่นสุดท้ายนกยูงไทย.* พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.

สิริรักษ์ อารทรากร. (2544). *นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์และการใช้พื้นที่เกษตรกรรมของนกยูง Pavo muticus Linnaeus, 1766 ที่อุทยานแห่งชาติดอยภูนาง.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Brickle, N. W. (2002). Habitat use, predicted distribution and conservation of green peafowl (Pavo muticus) in Dak Lak Province, Vietnam. *Biological Conservation, 105*(2), 189-197.

Congalton, R. G. (2001). Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information. I*nternational Journal of Wildland Fire, 10*(4), 321-328.

Hernowo, J. B., Kusmana, C., Alikodra, H. S., & Mardiastuti, A. (2018). Analysis of The Javan Green Peafowl (Pavo muticus muticus Linnaeus 1758) Habitat in Baluran and Alas Purwo National Park, East Java. *Hayati Journal of Biosciences, 25*(3), 101-101.

Ponsena, P. (1988). Biological characteristics and breeding behaviours of green peafowl (Pavo muticus (Linnaeus)) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. *Thai Journal of Forestry, 7*(3), 303-313.

Saridnirun, G., Dumrongrojwatthana, P., Meckvichai, W., Nispa, S., & Khuntathongsakudi, K. (2016). Seasonal Distribution and Habitat Use of Green Peafowl Pavo muticus Linnaeus, 1766, in Nam Whean Forest Protection Unit, Northern Thailand. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST), 13*(9), 729-744.

Thunhikorn, S., Grainger, M. J., McGowan, P. J., & Savini, T. (2018). Spatial distribution of display sites of Grey Peacock-pheasant in relation to micro-habitat and predators during the breeding season. *Avian Research, 9,* 1-12.

<u>ตัวอย่างเพิ่มเติมอ้างอิง</u>

<u>ตัวอย่างอ้างอิงวารสารไทย</u>

วีระภาส คุณรัตนสิริ. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 19*(2), 78-100.

<u>ตัวอย่างการอ้างอิงวารสารต่างประเทศ</u>

Wang, H., Jin, Y., Hong, X., Tian, F., Wu, J., & Nie, X. (2022). Integrating IPAT and CLUMondo models to assess the impact of carbon peak on land use. *Land, 11*(4), 573.

<u>ตัวอย่างการอ้างอิงการประชุมวิชาการ</u>

จันจิรา แก้วอ่อน. (2565). การสำรวจและทำแผนที่การท่องเที่ยวบ้านนาคูหา จังหวัดแพร่. *การประชุมวิชาการ (Proceedings) ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6 (NatGen 6th), วันที่ 24 – 25 กุมภาพันธ์ 2565* (น. 279 – 291). กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ตัวอย่างการอ้างอิงข่าว

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด. (2560, 24 พฤศจิกายน). ท่องเที่ยวไทย อานิสงส์ถ้วนหน้า. *มติชนออนไลน์.* สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th /columnists/news_740965.

ตัวอย่างการอ้างอิงบทความจากเว็ปไซต์

อารยา จันทร์สกุล. (2561). *Overtourism ผลกระทบและแนวทางการจัดการเพื่อความยั่งยืน.* สืบค้นจาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/ReasearchPaper/Overtourism.pdf.

ตัวอย่างการอ้างอิงบทความจากหน่วยงาน

กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัดแพร่. (2564). *แผนการพัฒนาจังหวัด พ.ศ. 2561 – 2565 ฉบับทบทวนพ.ศ. 2564 เล่ม 2.* แพร่: สำนักงานจังหวัดแพร่.

ตัวอย่างอ้างอิงวิทยานิพนธ์

ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์. (2551). *การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลอง CA-MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่* (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาการจัดการลุมน้ำและสิ่งแวดลอม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ตัวอย่างการอ้างอิง . เอกสารจัดพิมพ์ไม่เป็นทางการ (จุลสาร, แผ่นพับ, ใบปลิว, เอกสารประกอบการสอน)

คณะกรรมการนโยบายการท่องเที่ยวแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2560-2564).* กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

พยอม ธรรมบุตร. (2549). *องค์ประกอบของการท่องเที่ยว* [เอกสารประกอบการเรียนการสอน]. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ตัวอย่างอ้างอิงรายงาน

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2562). *Tourism economic review รายงานสภาวะเศรษฐกิจการท่องเที่ยว* (ฉบับที่ 1 ปี 2562).

ตัวอย่างการอ้างอิงคู่มือ

ยงยุทธ ไตรสุรัตน์. (2558). The CLUMondo Land Use Change Model คู่มือการใช้โปรแกรมและแบบฝึกหัด. *คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 61น.*

ตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

พิมพ์ระวี โรจน์รุ่งสัตย์. (2553). *การท่องเที่ยวชุมชน* (พิมพ์ครั้งที่ 1) . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

Hickey, A. J., & Ganderton, D. (2016). *Pharmaceutical Process Engineering* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.

ตัวอย่างการอ้างอิงราชกิจานุเบกษา

พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550. (2550, 4 มิถุนายน). *ราชกิจจานุเบกษา* (เล่ม 24 ตอนที่ 27ก, น. 4–13).

ตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือรวมบทความ

วนิดา เหมะกุล. (2555). การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์. ใน *คณิตศาสตร์สำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร* (หน่วยที่ 4, น. 50–55). นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)

ประจำปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2566 (Vol.4, No.1, January - April , 2023)

การประยุกต์ภาพจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา
Application of Unmanned Aerial Vehicle Imageries for Evaluating Green Spaces and Tree Canopy Coverages within University of Phayao

โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย
Landscape Structure of Green Spaces and Its Effect on Land Surface Temperature in Chiang Rai City Area, Thailand

การประยุกต์ภาพจากอากาศไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา
Application of Unmanned Aerial Vehicle Imageries for Evaluating Green Spaces and Tree Canopy Coverages within University of Phayao

โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงราย
Landscape Structure of Green Spaces and Its Effect on Land Surface Temperature in Chiang Rai City Area, Thailand

การประเมินความรุนแรงของไฟป่าและการฟื้นตัวพืชพรรณหลังเกิดไฟป่าโดยใช้ข้อมูลภาพถ่าย Landsat 8 OLI
ณ สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงาน ดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเชียงราย
Estimation of Forest Fire Severity and Post-fire Vegetation Recovery Using Landsat 8 OLI
Imagery Data in Royal Initiative Project Area, Forest Fire Control Station, Doi Tung, Chiang Rai

การประเมินน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบ้านกลาง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
Assessment of Water Budget and Demand for Agriculture in Ban Klang Subdistrict, Lom Sak District, Phetchabun Province

การเปรียบเทียบแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์
A Comparison of Future Simulation of Land Use Models in Urbanization A Case Study of Buriram District, Buriram Province

The Journal of Spatial Innovation Development

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314 Email: rusid@up.ac.th